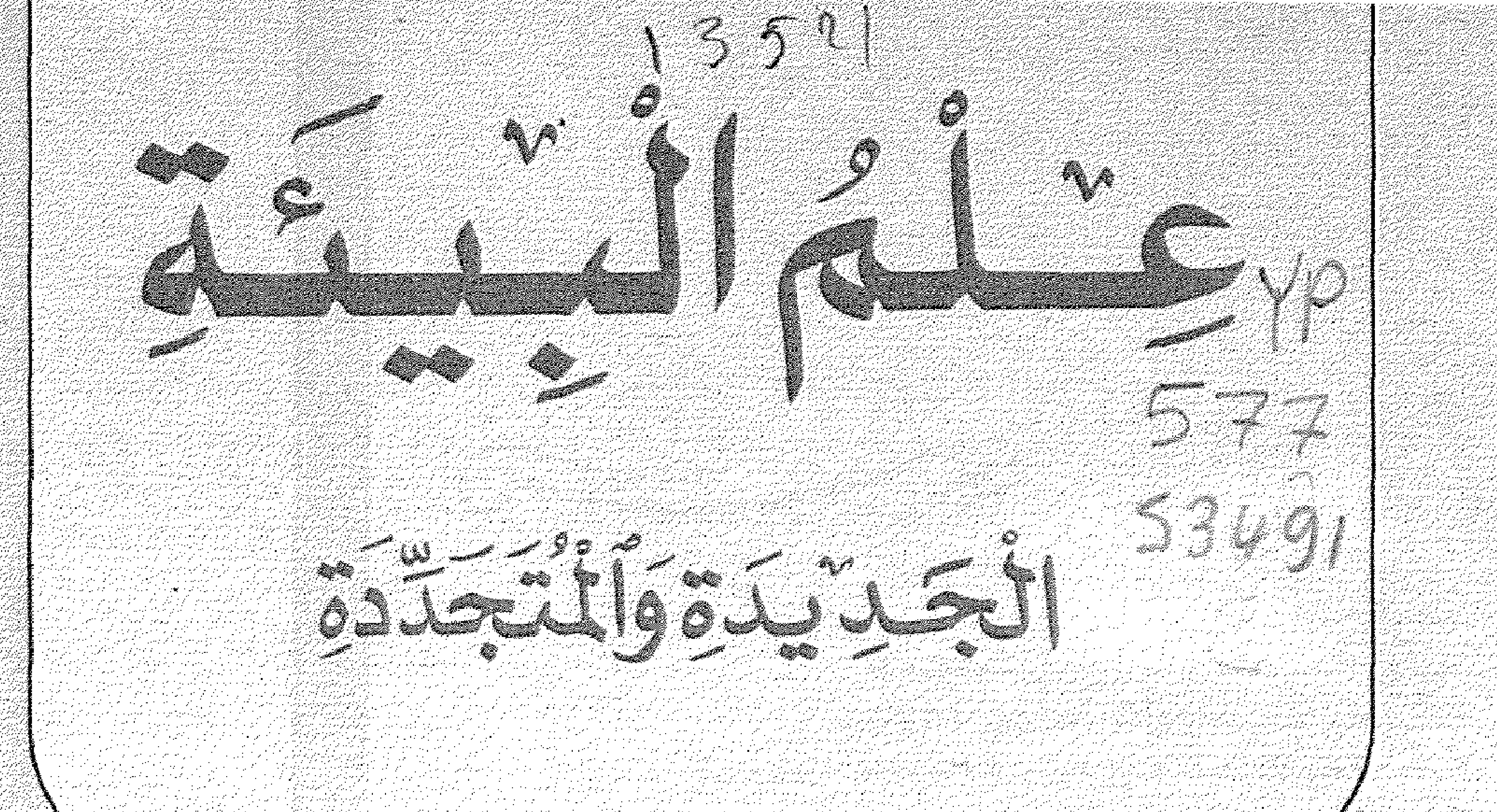

علم البيئة
الجديدة والمتجددة

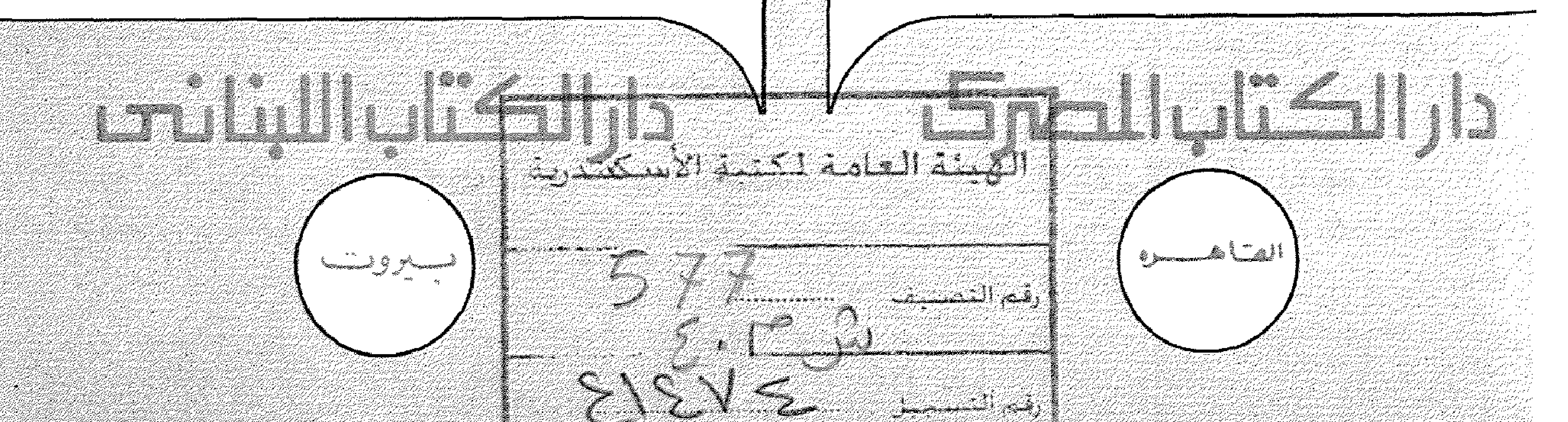


تأليف : ثورموند شميدت
إيريك نوردلينج

مراجعة : تور لارسن
إميل لوتكن
الدكتورة سامية جلال
مستشارة وزارة البيئة

رسم : جون فيجلدسا

ترجمة : د. أمين رشيد حمدى
أستاذ علم الحيوان - كلية العلوم
جامعة القاهرة



دار الكتاب المصرى

33 شارع قصر النيل - القاهرة ج.م.ع
ت : 3922168 / 3934301 / 3924614
فاكسميلى : 3924657 (202) ص.ب 156 العتبة
الرمز البريدى 11511 القاهرة
Att. Hassan El-Zein



شارع م كورى - مقابل فندق بريستول
ت : 735731 / 735732 ص.ب 11/8330
فاكسميلى : 351433 (9611)
برقياً : داكلبان - بيروت - لبنان
Att. Hassan El-Zein

الطبعة الأولى
١٤٢١ هـ - ٢٠٠٠ م

First Edition
2000 A.D - H.1421

رقم الايداع ٩٩/١٥٩٨٥

I.S.B.N. 977-238-702-6

فهرس

مقدمة

نقدم هنا كتابا مدرسيا فى علم البيئة ، يحتوى على الكثير من الصور الفوتوغرافية والأشكال التوضيحية ، مما يسهل مثل هذه الدراسة .

وينقسم هذا الكتاب إلى سبعة فصول ، كل منها جزء مستقل بذاته ، ومن الممكن دراسته على حدة إذا لزم الأمر .

وتتوالى هذه الفصول بنظام معيَّن بحيث تساعد دراسته على سرعة وزيادة تفهم الفصل الذى يليه .

وتهدف هذه الدراسة إلى تعريفنا بالظروف المحيطة بنا كأساس لمزيد من الاهتمام بالمشاكل المتعلقة بالبيئة التى نعيش فيها ، و العمل على إيجاد حل لها .



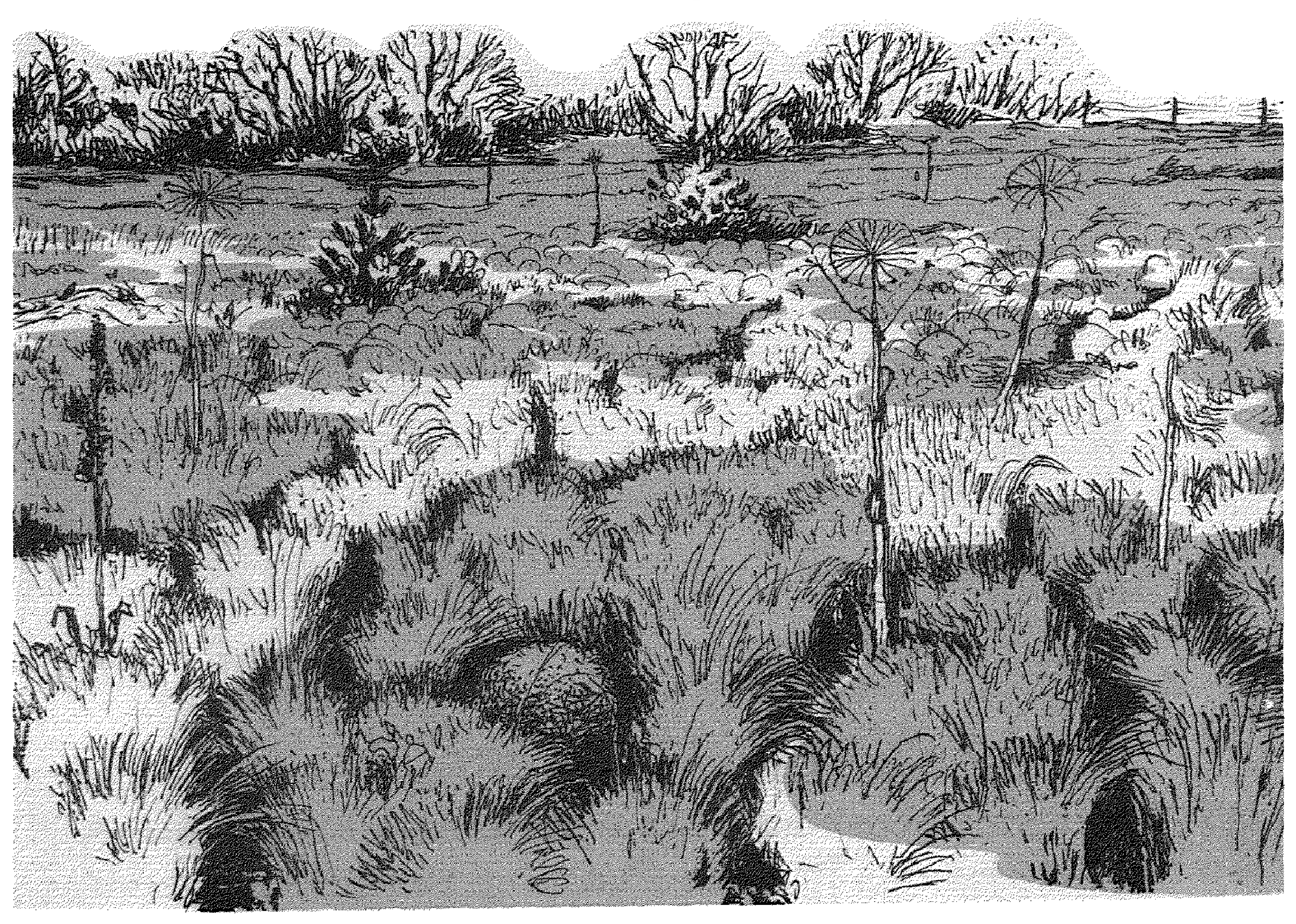
١ - ١ - فأر الغيط .. جزء من الطبيعة

فأر الغيط حيوان ثدي صغير ، شائع جدا ، ولكن نادرا ما نشاهده لأنه يعيش مختبئا وبعيدا دائما عن أي خطر يتهدده . ويتميز فأر الغيط بسرعة الجرى رغم صغر أرجله التى نلاحظها بصعوبة وهو ينطلق هاربا عند رؤيتنا .

ولا يستطيع فأر الغيط القفز أو التسلق ، وهو بالفعل لايحتاج إليهما لأنه يعيش في المناطق المكشوفة التى تكثر فيها الأعشاب .

وعندما يريد فأر الغيط الاختباء يدس نفسه تحت الأعشاب ، أو أى نباتات أخرى ، وقد يتوغل تحت التربة ذاتها .

يوجد الكثير من فئران الغيط في هذا المرج ، وتمثل كل من المساحات الرمادية مقاطعة محددة لكل فأر .

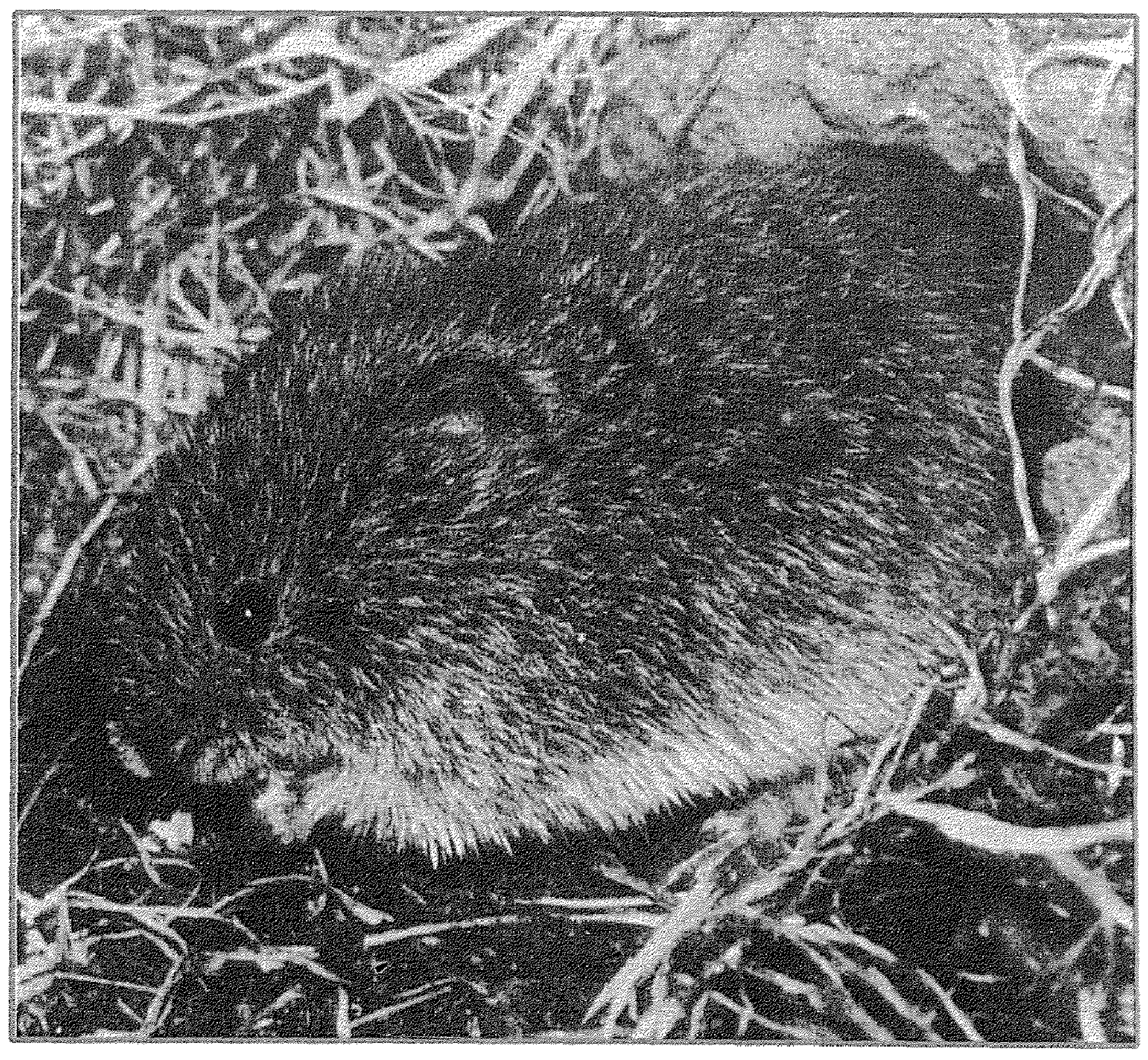


ولا تقتصر أهمية الأعشاب لفأر الغيط على الاختباء فقط، فهي غذاؤه الأساسي طوال العام فيما عدا فصل الشتاء حين تذبل الأعشاب وتقل قيمتها الغذائية، فيتحول الفأر إلى أكل قلف الأشجار وجذورها وما يصادفه من بذور. ويتفق فأر الغيط مع كثير من الحيوانات في تغذيتها على النباتات فقط، وتُعرف هذه بالحيوانات آكلة النبات، وبذلك يمكن تمييزها عن الحيوانات الأخرى آكلة اللحوم.

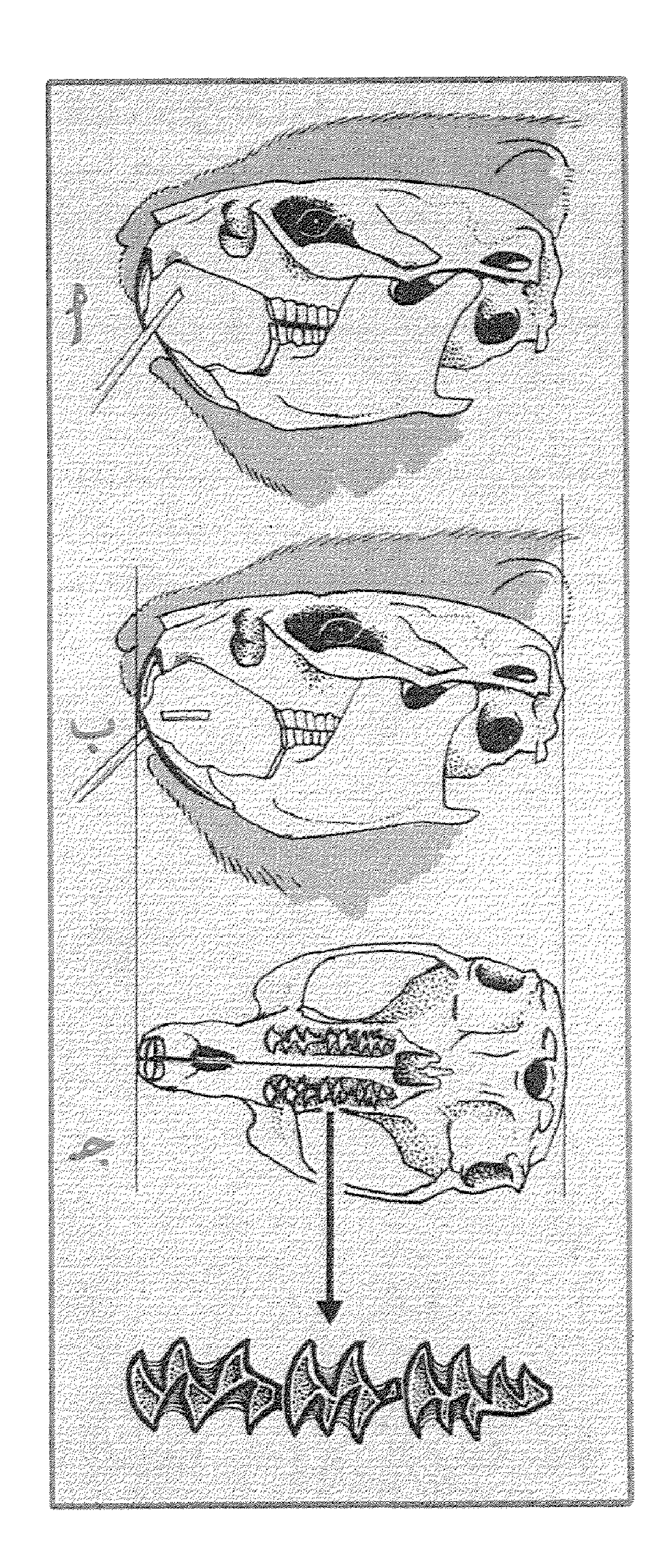
ويوجد فأر الغيط في حقول الأعشاب، والمروج، وأراضي المستنقعات وغيرها من المناطق المكشوفة التي تكثر فيها الأعشاب.

ويعرف المكان الذي يعيش فيه الحيوان بموطنه، ولذلك تعتبر المناطق المكشوفة المغطاة بالأعشاب موطنا لفأر الغيط.

وقد تم اختيار فأر الغيط لهذا الموطن لأهمية الأعشاب له في غذائه، كما تساعده أيضا على الاختباء.



عندما يأكل فأر الغيط يمسك طعامه بواسطة رجليه الأماميتين.



يقرض فأر الغيط طعامه بواسطة أسنانه الأمامية

باستمرار قرض فأر الغيط لطعامه تبلى الأسنان الأمامية ، ولكنها تحتفظ بطولها ثابتا ، لأنها تنمو باستمرار

يُقطَّع الطعام إلى قطع صغيرة بواسطة الأسنان الخلفية

تتميز الأسنان الخلفية بحدودها المدببة المكوَّنة من مادة صلبة جدًا تعرف "بالمينا".

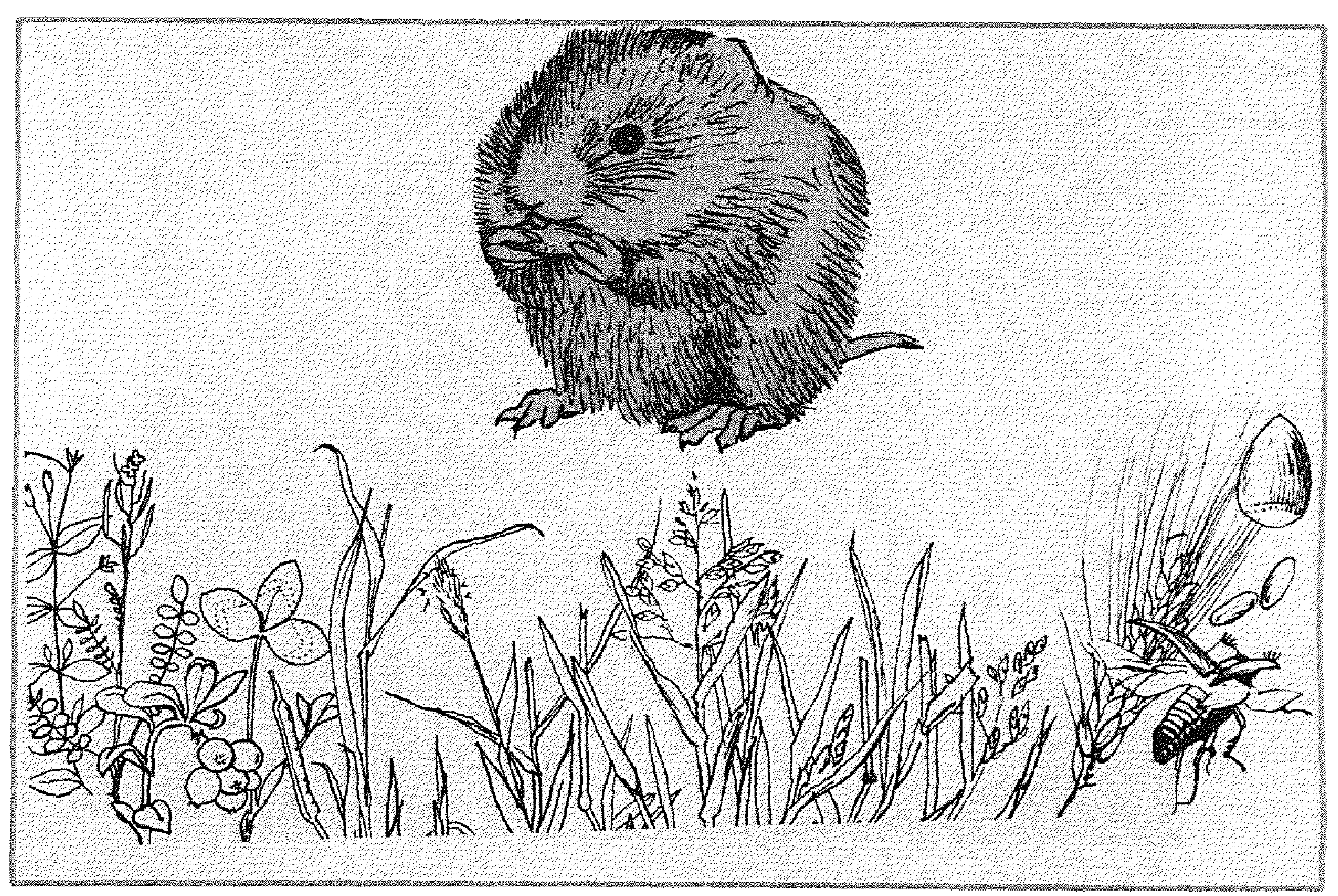
فى الشكلين (أ ، ب) تظهر جمجمة فأر الغيط فى منظر جانبى ، وفى الشكل (جـ) تظهر هذه الجمجمة فى منظر بطنى

فأر الغيط حيوانٌ آكِلُ أعشاب

يعتبر فأر الغيط حيوانًا آكل أعشاب ناجحًا، يتعرف بسهولة على الجزء المناسب من العشب ويمضغه بسرعة، وهو يؤدى ذلك بكفاءة كبيرة بواسطة فكّيه الكبيرين المزودين بأسنان ماضغة، وعضلات قوية.

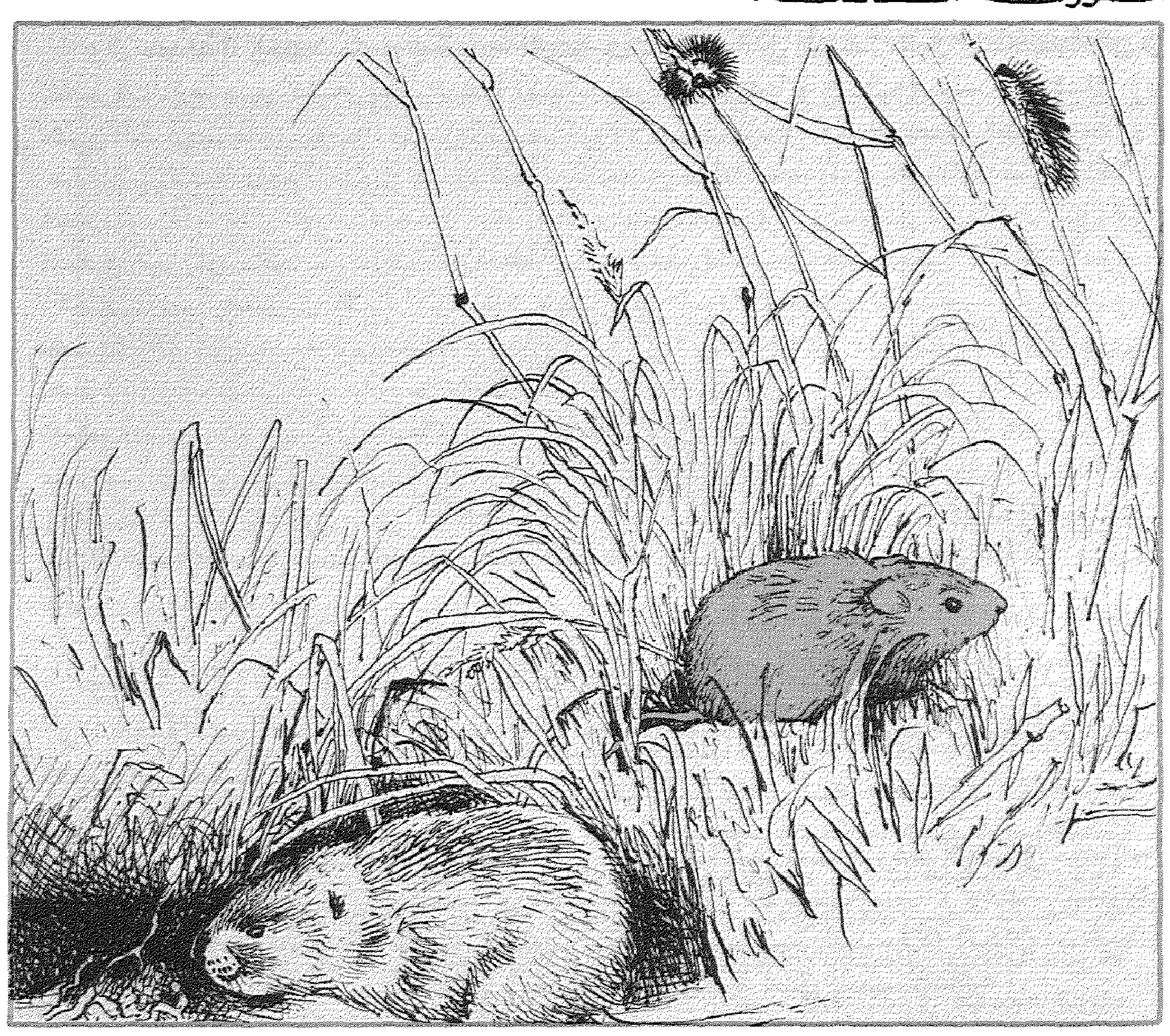
وعلى الرغم من احتواء الأعشاب على مادة السيلكون الصُّلبة التى تَبلى الأسنان و تجعل الأعشاب صعبة القرض، فإن الأسنان الأمامية لفأر الغيط لا تَبْلَى لأنها تتواصل نموها باستمرار طوال عمر الحيوان. كذلك تتميز الأسنان الخلفية بثنياتها وحزوزها التى تساعد على تمزيق الأعشاب الجامدة بسهولة.

إذن ففأر الغيط معدٌّ جدا للتغذية على الحشائش والمعيشة فى مناطق نموها، ولذلك نقول إنه ملائم لطريقة معيشته الخاصة، وهو فى ذلك ككل الحيوانات الأخرى المهيأة للظروف التى تعيش فيها.



فأر الغيط حيوان آكل نباتات، ويتكون غذاؤه أساسا من الأعشاب.

ومن الأَوْفَق اعتبار فأر الغيط حيوانًا آكل أعشاب بدلاً من اعتباره حيوانا آكل نبات، لأنه بالفعل يتغذى غالبا على الأعشاب. وفى المروج والحقول حيث يعيش فأر الغيط توجد أيضا حيوانات كثيرة غيره من آكلات النباتات مثل يرقات أبودقيق، والقواقع، وكذلك الأرانب البرية التي تَكْبُره فى الحجم. وقليلٌ فقط من هذه الحيوانات تتغذى أساسا على الأعشاب مثل فأر الغيط، فمثلا يرقات أبو دقيق القَريض تتغذى على أوراق نبات القريض ذى الورق الشائك.



بالرغم من وجود أنواع مختلفة من آكلات الأعشاب فى نفس المنطقة، فلا يوجد ثَمَّة تنافس بينها على الطعام. وتظهر فى هذا الشكل منطقة تجمع بين فأر الماء (إلى أسفل)، وفأر الغيط (فى الوسط)، ويرقات أبودقيق (إلى أعلى)، وهى حيوانات تتغذى جميعها على الأعشاب، ولكن يختص كل منها بأجزاءَ معيَّنةٍ من هذه الأعشاب.

وإذا تغذت الحيوانات آكلة النباتات جميعها على الأعشاب تكون منافِسةً لبعضها ، ولكنَّ معظمَها يتغذى على نباتات مختلفة . وتنطبق هذه الظاهرة أيضًا على الحيوانات آكلة اللحوم فهي متخصصة فيما بينها في اقتناص الحيوانات المختلفة .

ولكل من الحيوانات المختلفة مكانه اللائق الذى يعيش فيه ، ولا يتعلق هذا المكان بمنطقة محددة ، ولكن بما يعيش عليه الحيوان ، وتخصُّصه في الحصول عليه .

وفي هذا الصدد يشبه الحيوان الصانع الماهر المتخصص في حرفة معينة يجيدها أكثر من غيرها ، فنقول مثلاً إن فأر الغيط حيوان حرفته أكل الأعشاب . و بالمثل فكل نوع من النباتات والحيوانات يشغل مكانه المختار اللائق به في الطبيعة ، والذى ينتفع به أكثر من غيره . وتعتبر يرقات أبودقيق الكوزموتريك منافِسةً لفأر الغيط لتغذيتها على الأعشاب ، كذلك يعتبر فأر الماء منافسا له لنفس السبب ، ولكن هذه المنافسة ليست شديدة كما نتوقع ، إذ تختص كلٌّ مِن هذه الحيوانات بأجزاء معينة من الأعشاب . فيرقات أبودقيق الكوزموتريك تتغذى أساسا على أعواد الأعشاب الطويلة التى يزهدها فأر الغيط ، كذلك يتغذى فأر الماء غالبا على الأجزاء السفلى من الأعشاب ، ولذلك فلكلٍّ من هذه الحيوانات مكانُه اللائق الذى يعيش فيه ، رغم تغذيتها على نفس النوع من النبات .

وتتغذى بعض الحيوانات على نوع واحد فقط من النبات أو الحيوان ، بينما تتغذى حيوانات أخرى على كل من النباتات والحيوانات .

وقد تكون لياقة الحيوان ومواءمته محدودةً كما في حالة فأر الغيط الذى يتغذى أساسا على الأعشاب ، وقد تكون غيرَ محدودةٍ كما في حالة الأرنب البرى الذى يتغذى على الأعشاب وأنواعٍ أخرى كثيرة من النبات .

فأر الغيط يدافع عن مقاطعته المحددة

على الرغم من معيشة فأر الغيط - غالبا - مختبئا ، فمن السهل اكتشاف مكانه في منطقة معينة . وهو لايتجول بعيدا جدا ، ويسلك دائما ممراتٍ محددةً . وتنثنى هذه الممرات كطرق صغيرة تتخلل الأعشاب .

وإذا تتبعنا إحدى هذه الممرات سرعان مانجد واحدا من مواقع التغذية العديدة لفأر الغيط الذى قد يكون مختبئا تحت مجموعة من الأعشاب . ويمكن تمييز مواقع التغذية



فأر الغيط يدافع عن مقاطعته المحددة ضد الأفراد الأخرى من نفس نوعه

لفأر الغيط بوجود أكوام من القطع الكثيرة للأعشاب المقروضة وبجانبها مجاميعُ من كرات البراز . ويعرف فأر الغيط طريقه جيدا ، ويستطيع دائما أن يجد له مكانا يختبئ فيه إذا فوجئ بظهور أى عدو له . وإذا حدث وواجه فأر الغيط خطرا وهو بعيد عن ممراته الخاصة فإنه يرتبك ويجرى في أى اتجاه مما يجعله فريسة سهلة لعدو يتتبعه مثل الثعلب أو القط . ونادرا مايتجول فأر الغيط بعيدا جدا عن ممراته المألوفة ، وإذا حدث ذلك فإنه يعلِّم طريقه الجديد بواسطة رائحة خاصة يُفرزها ، وتساعده فى التعرف على طريق عودته إلى شبكة ممراته المألوفة له .

ولايبيح فأر الغيط لأى فأر غيط آخر من نفس نوعه الدخول إلى مقاطعته المحددة ، ويقوم بطرده بعيدا عنها ، ولذلك يعتبر من الحيوانات التى تختص بمقاطعة محددة . وتوجد علاقة خاصة بين الذكور والإناث فيما يتعلق بالمقاطعات المحددة ، فالأنثى على استعداد لاستقبال الذكر في مقاطعتها المحددة ، وفى المقاطعة المحددة للذكر توجد غالبا عدة إناث كل منها تحتفظ لنفسها بمقاطعة محددة خاصة بها .

فأر الغيط يتوالد بكثرة

يمتد موسم تزاوج فأر الغيط من شهر مارس إلى شهر سبتمبر ، وتولد الصغار فى عشوش دائرية وكبيرة ، فى مخابئ بعيدة عن الأنظار . وعادة تلد الأنثى أربعة أو خمسة صغار فى كل مرة . ويزن الصغير عند ولادته عدة جرامات ، ويكون عديم الحيلة ، وأعمى ، وجسمه خاليًا تماما من الشعر .

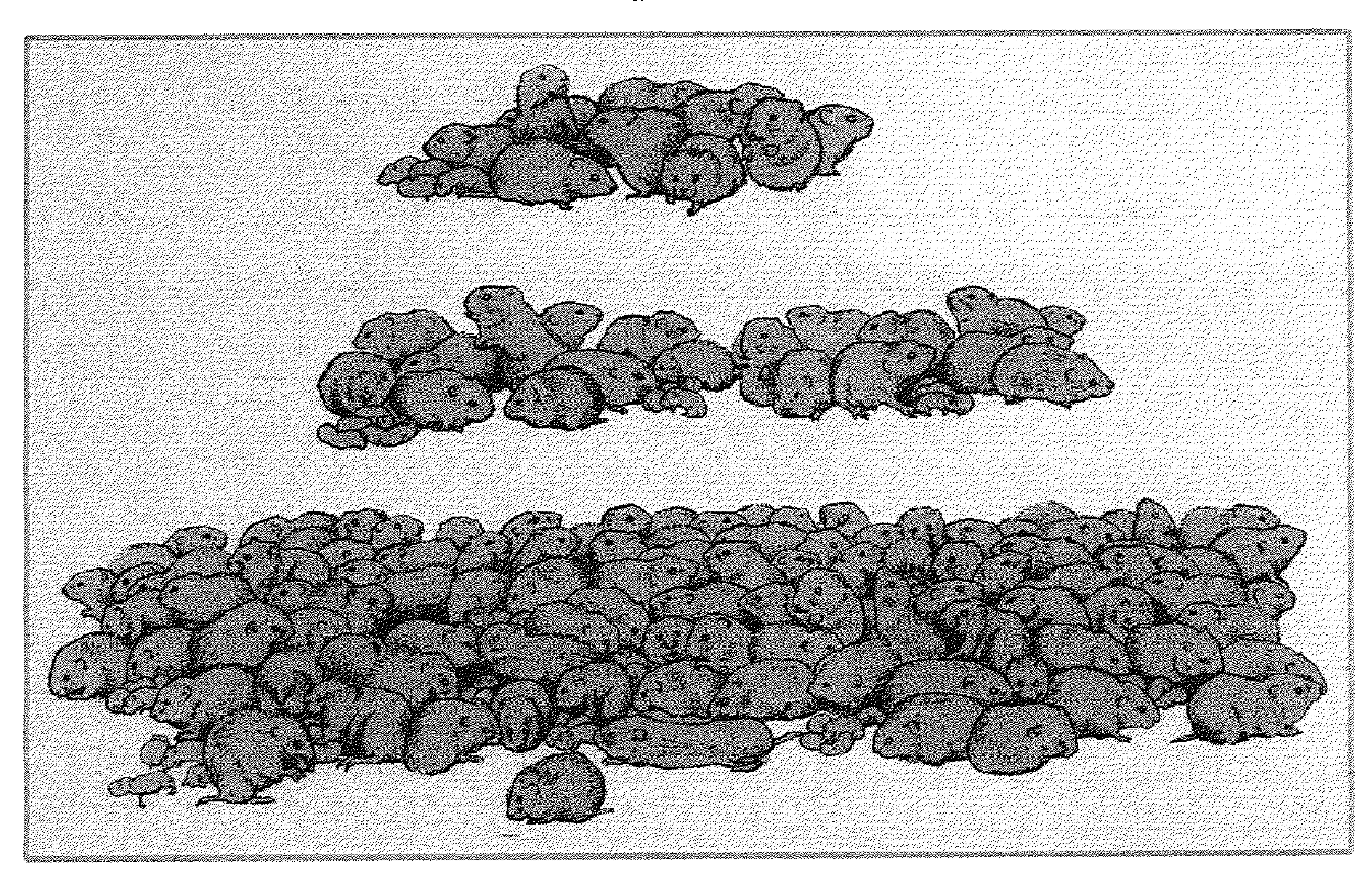


أربعة فئران غيط حديثو الولادة .

وتعتني أنثى فأر الغيط فقط بالصغار ، وترضعها من حلمات أثدائها . وتنمو الصغار وتكبر بسرعة ، وتكون قادرة على الاعتماد على نفسها بعد ثمانية عشر يوما من ولادتها . ويتم نضج أنثى فأر الغيط جنسيا عندما يصل عمرها إلى ثلاثة اسابيع ، بينما يتأخر نضوج الذكر جنسيا أياما قليلة بعد هذا السن .

ويستمر جنين فأر الغيط في بطن أمه لمدة واحد وعشرين يوما قبل ولادته ، وتكون الأم راغبة في التزاوج بعد الولادة مباشرة ، وبذلك يمكن لأنثى فأر الغيط أن تلد مرة كل شهر طول موسم التزاوج .

وكما ذكرنا سابقا لا تلبث الصغار أن تصبح قادرة على الإنجاب بعد حوالي ثلاثة أسابيع ، وبذلك تَنتُج عن زوج واحد (ذكر وأنثى) من فئران الغيط أعداد هائلة خلال فصل الصيف .

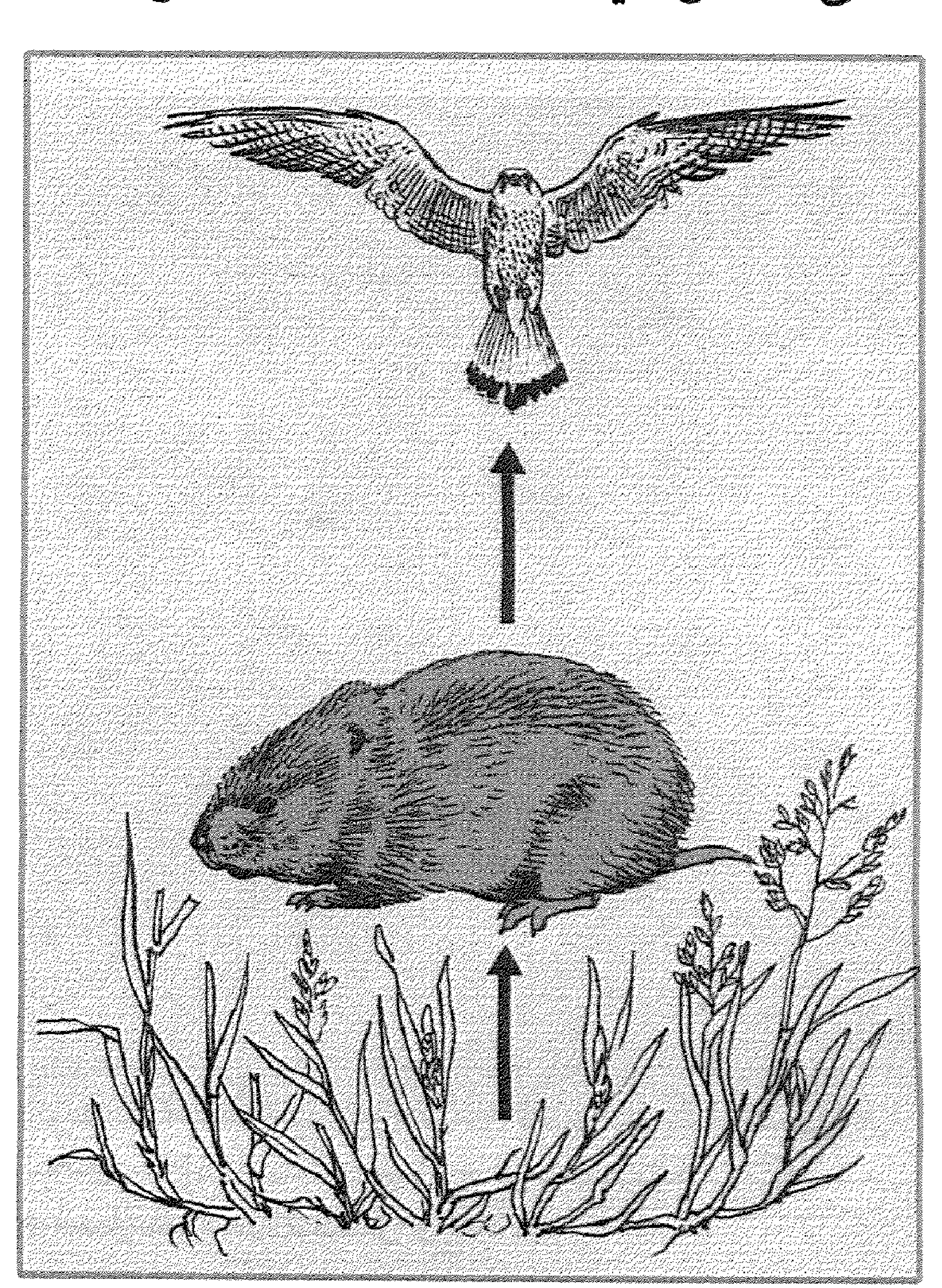


إذا حدث ولم يَمُت أيٌ من فئران الغيط فإن عدد أفرادها يتزايد بسرعة كبيرة ، وهذا الشكل يبين هذا التزايد بعد شهرين وأربعة شهور ، وستة شهور - إذا بدأنا بزوج واحد منها (ذكر وأنثى) عند بداية موسم التزاوج .

لفأر الغيط أعداء كثيرون

نعرف أن فئران الغيط تتوالد وتتزايد بسرعة كبيرة ، وفى منطقة ما تتكاثر هذه الفئران مرات عديدة خلال موسم التزاوج لتنتج أعدادا مهولة من هذا الحيوان .

ذلك ما نتوقعه ، ولكنه لا يحدث فى الواقع لأن فأر الغيط نادرا ما يعيش لأكثر من سنة ونصف .كذلك لفأر الغيط أعداء كثيرون ،كما يدخل هو نفسه ضمن سلاسل غذائية كثيرة ، فهو الغذاء الأساسى للصقر البلدى والبومة السمراء والثعلب وكثير من الحيوانات المفترسة الأخرى . وتزايد فئران الغيط بكثرة له أهمية كبيرة لهذه الحيوانات المفترسة التى تتغذى عليه ، حيث يتزايد نسلها ويتضاعف فى السنوات التى تكثر فيها فئران الغيط ، ويقل نسلها فى السنوات التى تقل فيها هذه الفئران .



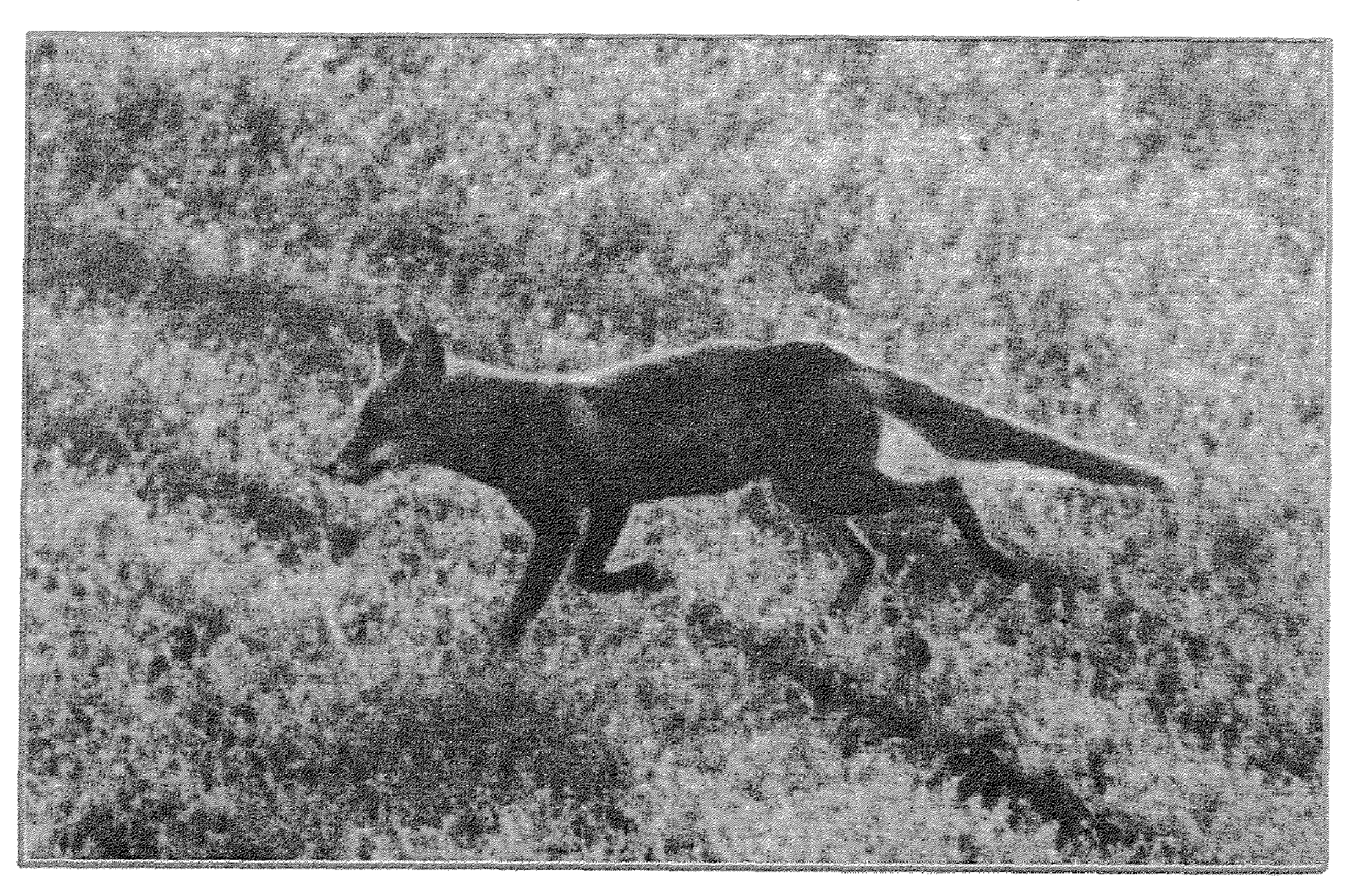
يتغذى الصقر البلدى على فأر الغيط الذى يتغذى بدوره على الأعشاب ، وبذلك يمكن القول إن الأعشاب ، وفأر الغيط ، والصقر البلدى تُكوِّن سلسلةً غذائية .

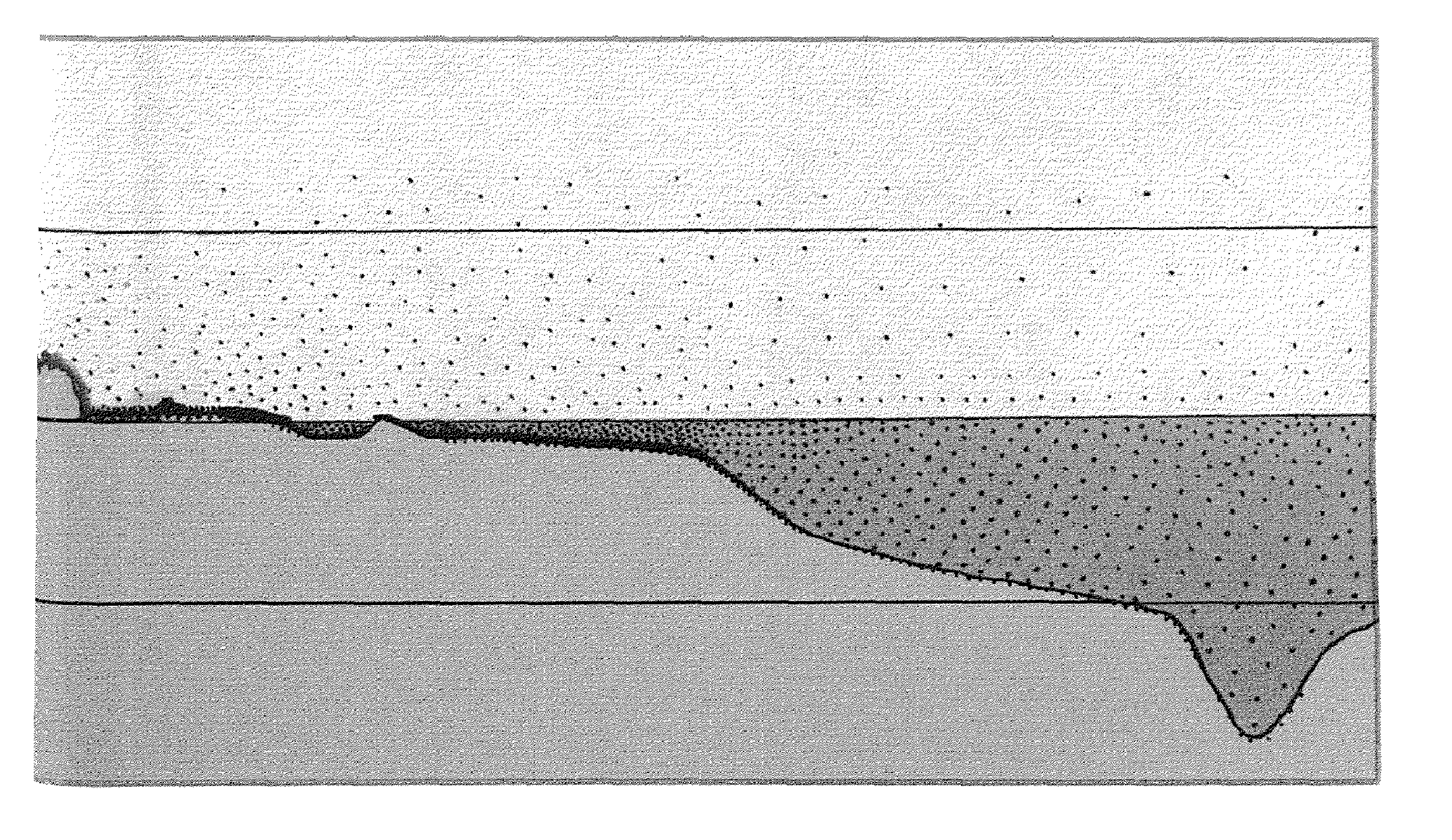
وتتغير أعداد فئران الغيط بدرجة كبيرة من عام إلى عام، ويلاحظ هذا التغير فى فترات منتظمة تصل إلى ثلاث أو أربع سنوات. وعندما تكون أعداد فئران الغيط قليلة جدا تتزايد الأفراد بسرعة كبيرة جدا لدرجة لاتؤثر على أعداد هذه الفئران تغذية الحيوانات المفترسة عليها، وينتج عن ذلك الإبقاء على عدد من الفئران يفوق كثيرا العدد المناسب. وتعرف هذه الظاهرة بالكثافة العددية للحيوان، وينتج عنها تداخل المقاطعات المحددة للأفراد المختلفة فينشب بينها الشجار والعراك.

كذلك قد تسبب هذه الظاهرة عجزا فى كمية الطعام، وسرعان مايموت كثير من فئران الغيط، ويتناقص عددها كثيرا مرة أخرى، وعندئذ تتزايد الأفراد القليلة الباقية بسرعة كبيرة وهكذا.

وتوضح هذه الظاهرة كيف تتحكم الطبيعة فى تَوَازُن نُظُمِها المختلفة فما يحدث بالنسبة للفئران يحدث لكافة الكائنات الحية بما فيها الإنسان. فكثرة أعداد السكان يتبعها تناقص حصة الإنسان الواحد من الماء والغذاء مما يسبب الحروب والمجاعات وتكاثر الأمراض التى تؤدى إلى الحد من الكثافة السكانية.

ثعلب فى طريقه لاصطياد أحد فئران الغيط

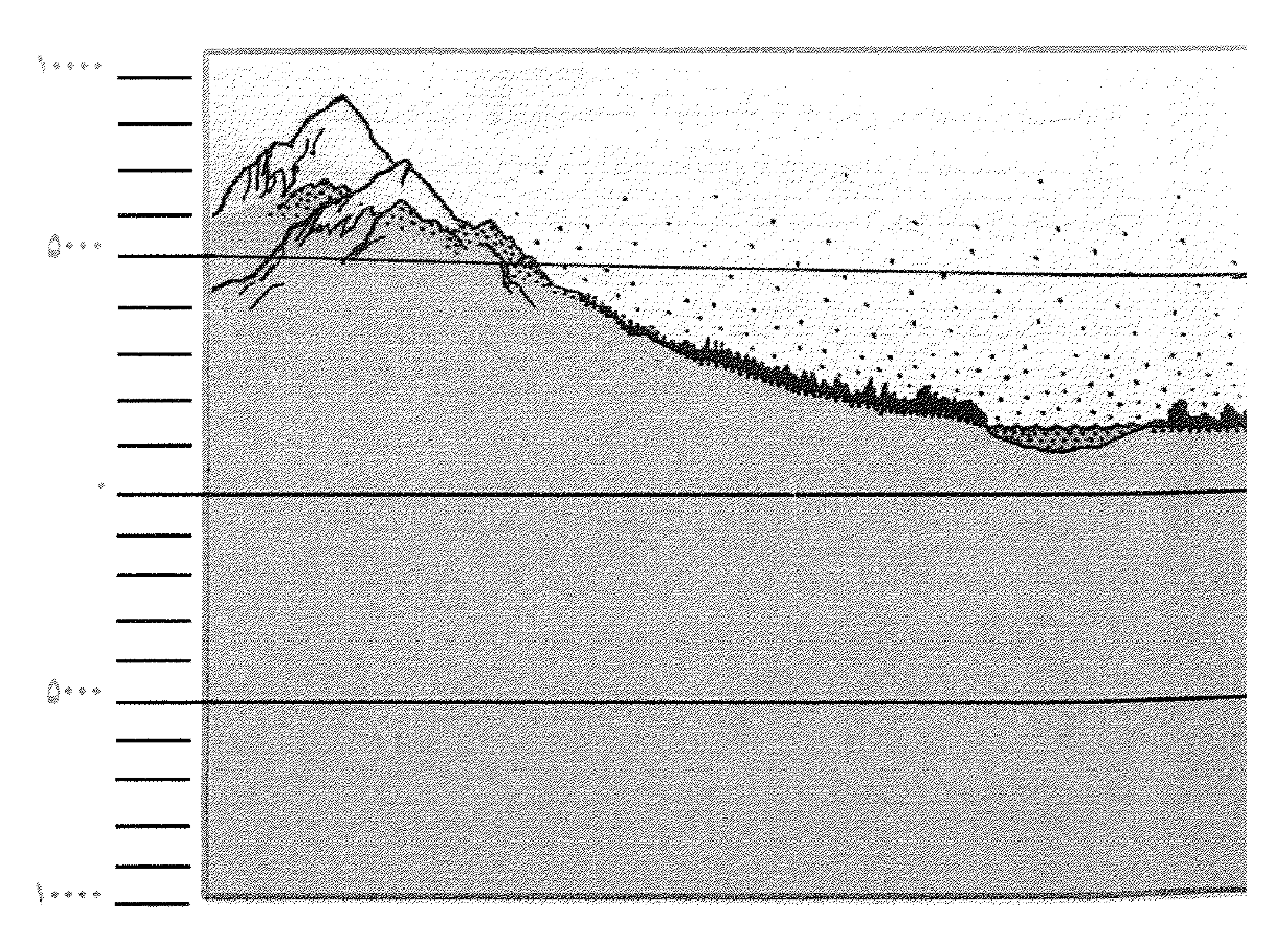


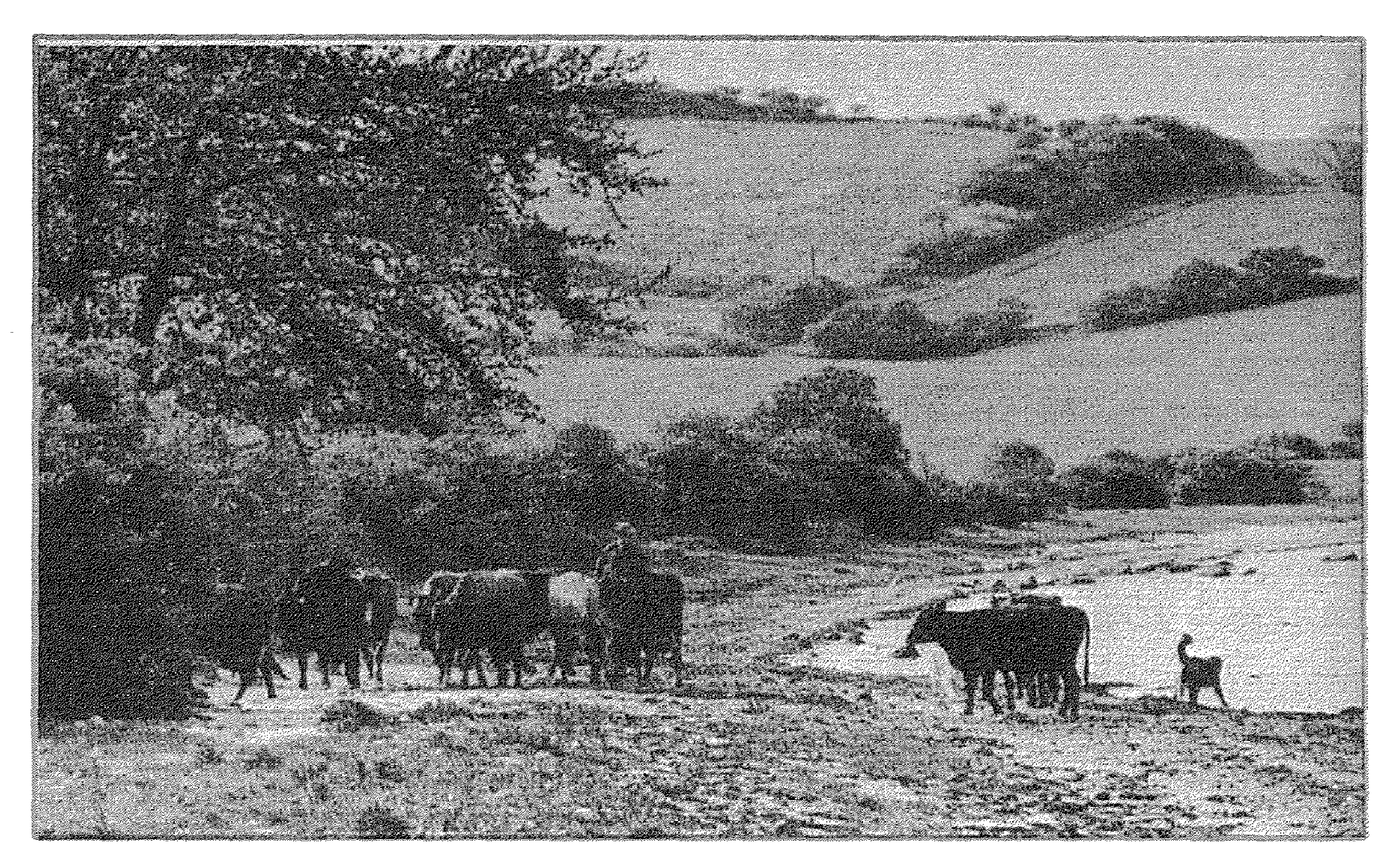


2 - ٢ـ النباتات ضرورية لجميع الكائناتِ الحية الأخرى

يعرف الجزء الصالح للحياة من الكرة الأرضية بالمحيط الحيوى ، ويقدر سُمْكُه بحوالى عشرة كيلو مترات حول سطح الأرض . وهذه الطبقة ليست متجانسة ، ويمكن تقسيمها أيضا إلى غابات وصحارى وهكذا . ويعنى ذلك أن المحيط الحيوى يتكون من مناطق كبيرة وأخرى صغيرة ، وتُعرف كل من هذه المناطق بالنظام البيئى ، وهو أحد التصورات البيئية الهامة ، وسنوضح بالتدريج ماهية النظام البيئى وماذا يعنى . وسنبدأ بأحد الأنظمة البيئية كجزء من الطبيعة ، مميز بنباتاته وحيواناته الخاصة التى تعيش فيه .

توجد معظم الكائنات الحية داخل طبقة سمكها حوالى عشرة كيلو مترات حول الكرة الأرضية ، وفى هذا الشكل تمثل النقط كثافة هذه الكائنات .



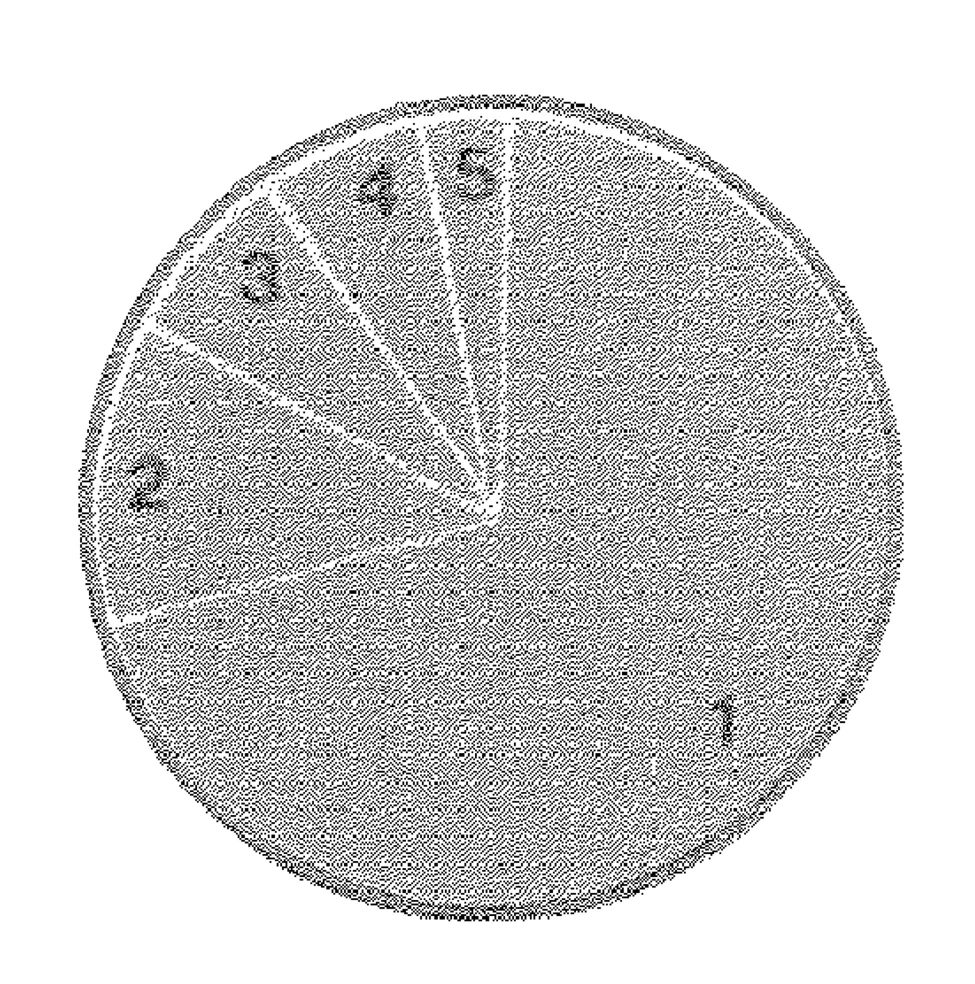


يشتمل المحيط الحيوى على كائنات حية تعتمد بعضها على بعض ، ويظهر فى هذه الصورة جزء ضئيل جدا من المحيط الحيوى فى شمال أوربا .

وتختلف الأنظمة البيئية ، مثل الصحارى والغابات والبحيرات والحدائق ، ويرجع ذلك إلى أسباب كثيرة منها الاختلافات الجوية فى هذه المناطق وتلعب العوامل الجوية مثل الهواء والماء ودرجة الحرارة والضوء دورًا هامًّا فى حياة النباتات والحيوانات . كذلك تركيب التربة له أهميته الكبرى فى هذا الصدد ، وجميع هذه العوامل غير الحية تعرف بالبيئة الطبيعية .

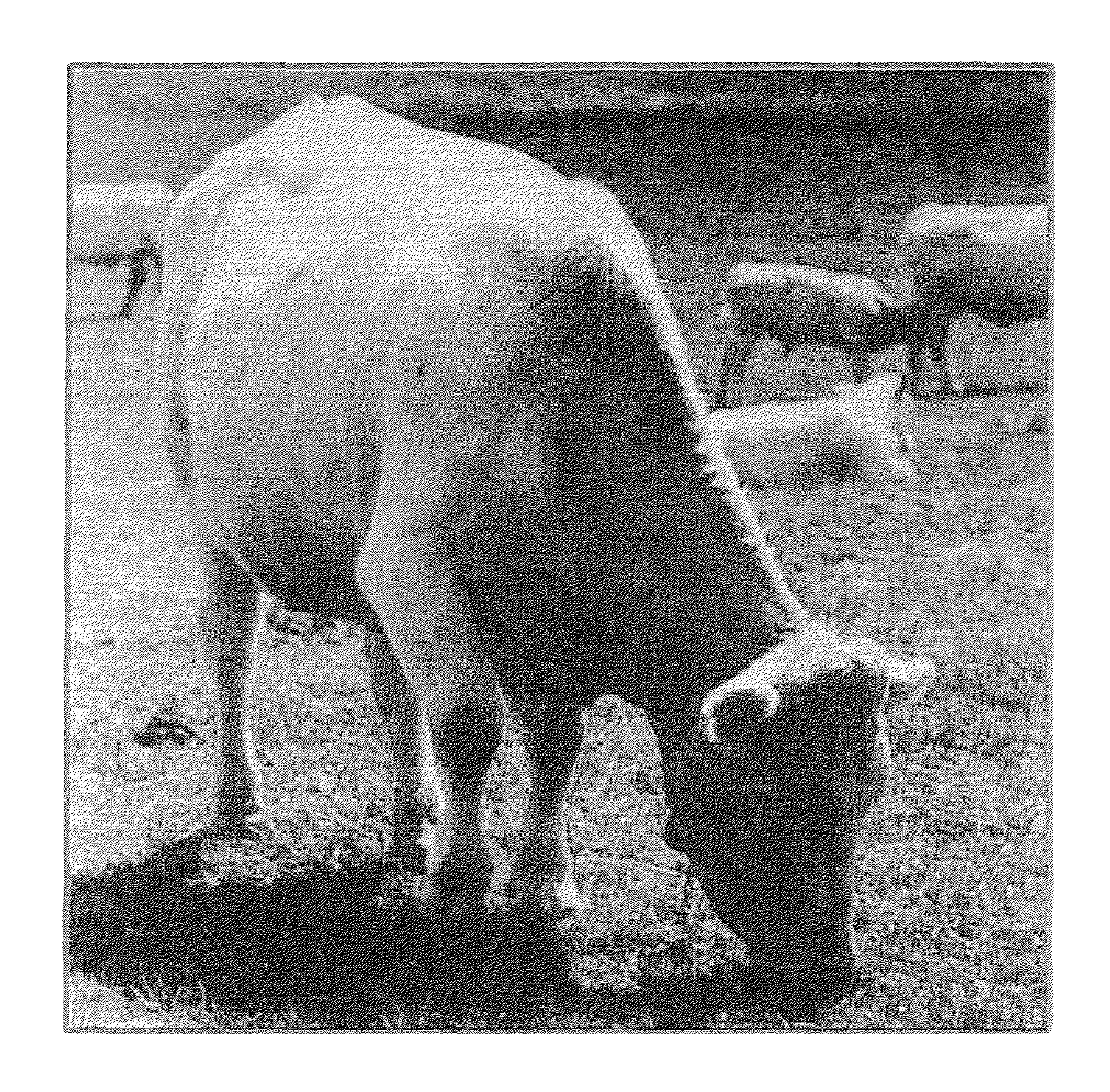
ويمكن اعتبار جميع الأنظمة البيئية مكونة من أربعة أجزاء :

١ — النباتات الخضراء
٢ — الحيوانات
٣ — محللات النباتات والحيوانات الميتة
٤ — البيئة الطبيعية



يبين هذا الشكل تصنيف سطح الارض .

١ محيطات
٢ صحارى
٣ غابات
٤ مناطق أعشاب
٥ أرض مزروعة



جزء ضئيل جداً من المحيط الحيوى فى شمال أفريقيا

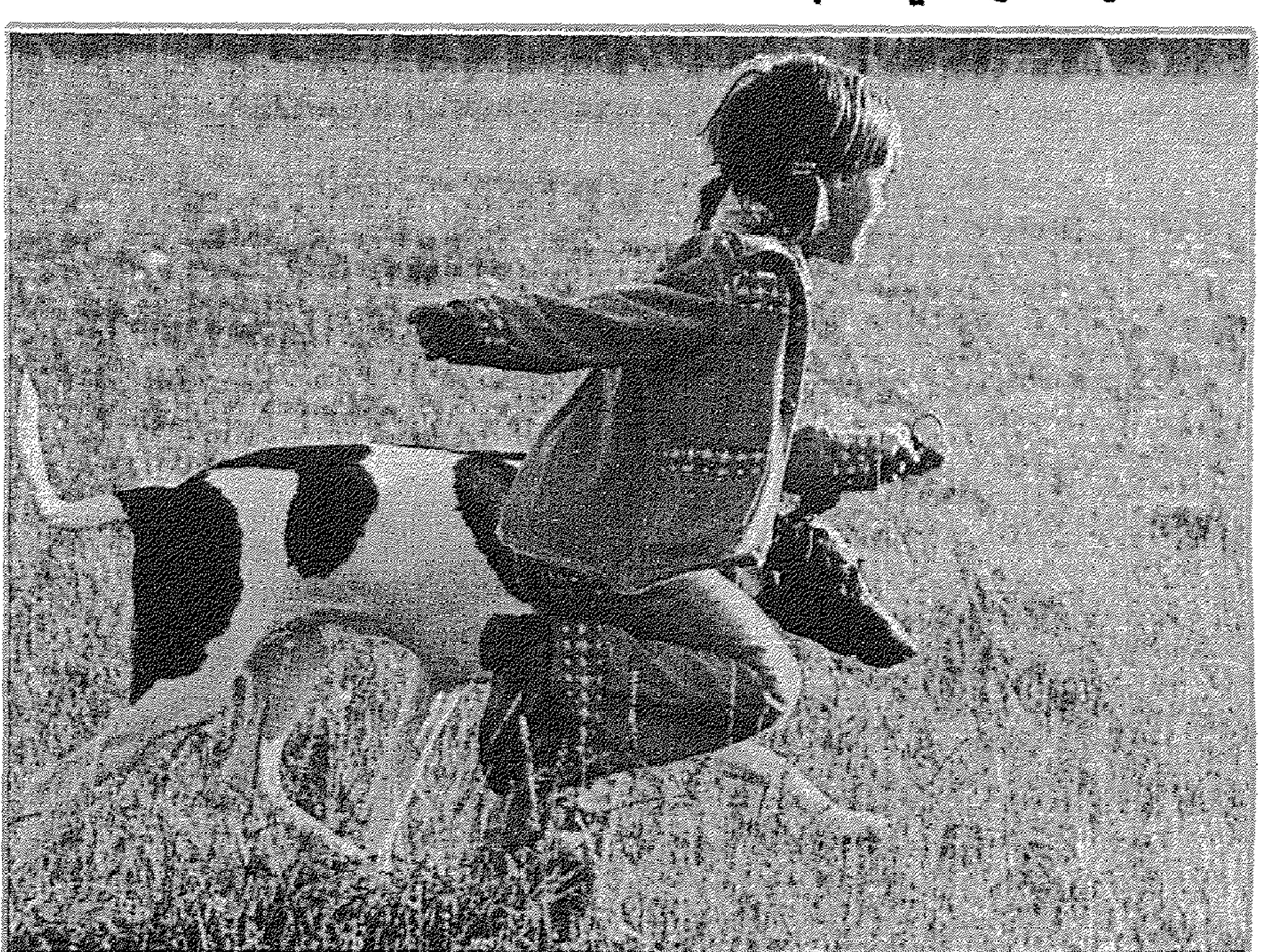
جميع الكائنات الحية تحتاج للطاقة

يجب على جميع الكائنات الحية أن تؤدى نوعاً من العمل لكى تظل على قيد الحياة . ويجب دائماً أن نضع فى أذهاننا أن العمل هنا يتضمن أكثر مما نعتبره عادة عملا. فالتجول ، وبناء العش ، وحفر حفرة فى الارض ، جميعها عمل ، وذلك ماتعلمناه فى علم الطبيعة . ولكنه جزء من العمل أيضا عندما تتكون المواد التى تدخل فى تركيب الخلايا ، كذلك يُؤدَّى عمل عندما تنتقل المواد المختلفة إلى داخل الخلايا ، أو من خلية إلى أخرى . وبذلك تحتوى الكائنات الحية جميعها على الطاقة ، ويمكن تعريف هذه الطاقة بأنها المقدرة على العمل .

وكل الكائنات الحية في أي تنظيم بيئي ، مثل الغابات ، يحتاج دائما إلى الطاقة . وكل نبات أو حيوان يحتاج إلى الطاقة ليقوم بوظائفه الحيوية مثل النمو والحركة والتكاثر وغيرها . والطاقة التي يحتاجها التنظيم البيئي جميعه كبيرة جدا ، وعلينا أن نعرف كيف تدخل مثل هذه الطاقة إلى التنظيم البيئي ؟ ومن أين تأتي إليه ؟

وفي أي سلسلة غذائية تتحول المادة من وصلة إلى الأخرى التي تليها ، ثم تتحول هذه المادة بدورها إلى الوصلة الثالثة وهكذا. وهذه المادة تحتوي على طاقة ، ويمكن إثبات ذلك بتولد الحرارة عند احراق قطعة من السكر أو غصن شجرة ، وهذه الحرارة شكل من أشكال الطاقة . وانتقال المواد في السلسلة الغذائية يتضمن انتقال الطاقة ، أي يوجد سريان للطاقة من النباتات إلى الحيوانات آكلة النباتات ، ومنها إلى الحيوانات آكلة اللحوم ، وذلك يقودنا إلى الإجابة عن تساؤلنا - من أين يحصل التنظيم البيئي على الطاقة التي يحتاجها .

ولمّا كانت النباتات أول وصلة في جميع السلاسل الغذائية ، وجب علينا أن نهتم كثيرًا بهذه النباتات . ونعرف أيضا أن فأر الغيط لا يمكن أن يعيش بدون أعشاب ، والحيوانات آكلة اللحوم لا يمكن أن تعيش أيضا بدون فأر الغيط وغيره من الفرائس ، إذن فالنباتات هي التي تزود السلاسل الغذائية بالطاقة ، وبالتالي تزود جميع الأنظمة البيئية على سطح الكرة الأرضية بهذه الطاقة .



جميع الكائنات الحية تستخدم الطاقة

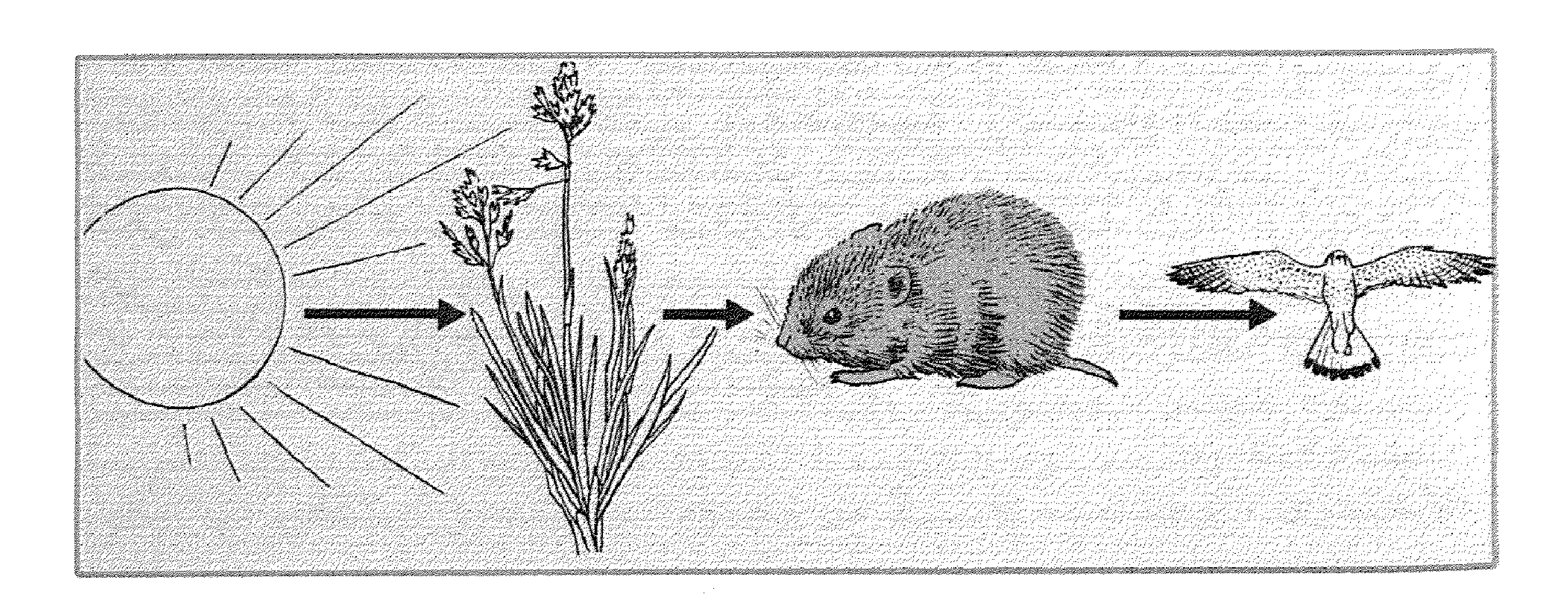
النباتات تجهز الطاقة

تحصل النباتات على الطاقة أثناء عملية التمثيل الضوئى، وهى عملية كيميائية تحدث فى البلاستيدات الخضراء التى تحتوى على حبيبات الكلوروفيل، وتَنتُج عن هذه العملية مادة كربوهيدرائية هى السكر.

وتحدث عملية التمثيل الضوئى أساسًا فى أوراق النباتات ويمكن اعتبار كل خلية بمفردها من خلايا النبات كمصنع لإنتاج السكر، وذلك باستخدام الماء وغاز ثانى أوكسيد الكربون كمواد خام، وتقوم حبيبات الكلوروفيل بعمل الآلات - وهنا يبرز سؤالان فى غاية الأهمية - من الذى يدفع هذه الآلات للعمل؟ ومن أين تحصل خلايا أوراق النبات على المواد الخام - أى غاز ثانى أوكسيد الكربون والماء؟

وتَكْمُن الطاقة الأساسية فى أشعة ضوء الشمس التى تحتوى على الطاقة الضوئية، وهذه الأشعة هى التى تدفع حبيبات الكلوروفيل أو الآلات للعمل. وتقوم حبيبات الكلوروفيل بالتقاط الطاقة الضوئية، وبذلك تستطيع ربط هذه الطاقة بمادة السكر المُنتجَة.

ويمكن بسهولة إظهار أن أشعة الشمس تحتوى على طاقة، وذلك بجمع هذه الأشعة بواسطة عدسة زجاجية مكبرة، فتنتج عن ذلك حرارة زائدة تكفى لإشعال بعض الأشياء.



تنتقل الطاقة بواسطة السلاسل الغذائية، وتأتى هذه الطاقة أولا من الشمس، ثم تُمتَص بواسطة النباتات.

ويوجد غاز ثانى أوكسيد الكربون فى الهواء بنسبة ٠٫٠٣ ، ويمرّ هذا الغاز خلال ثغور أوراق النبات ، وهى توجد غالبًا على السطح السفلى لهذه الأوراق . أما الماء فيأتى إلى الأوراق عن طريق التربة ، أو يرتفع إلى أعلى بواسطة جذور النبات ، ثم ينتقل إلى خلايا الأوراق عن طريق أنابيب خاصة تعرف بالأوعية .

و فى نفس الوقت الذى ينتج فيه السكر ، تنطلق مادة ثانوية هامة هى غاز الأوكسيجين .

ويُعبَّر عن عملية التمثيل الضوئى كما يلى :

ثانى أوكسيد الكربون + ماء + طاقة ضوئية ← سكر +أوكسيجين

٦ ك أ٢ + ٦ يد٢ أ + طاقة ضوئية ← ك٦ يد١٢ أ٦ + ٦ أ٢

$$(6CO_2 + 6H_2O + \text{light energy} \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2)$$

وتتفق الحيوانات والنباتات فى احتياجها للطاقة .

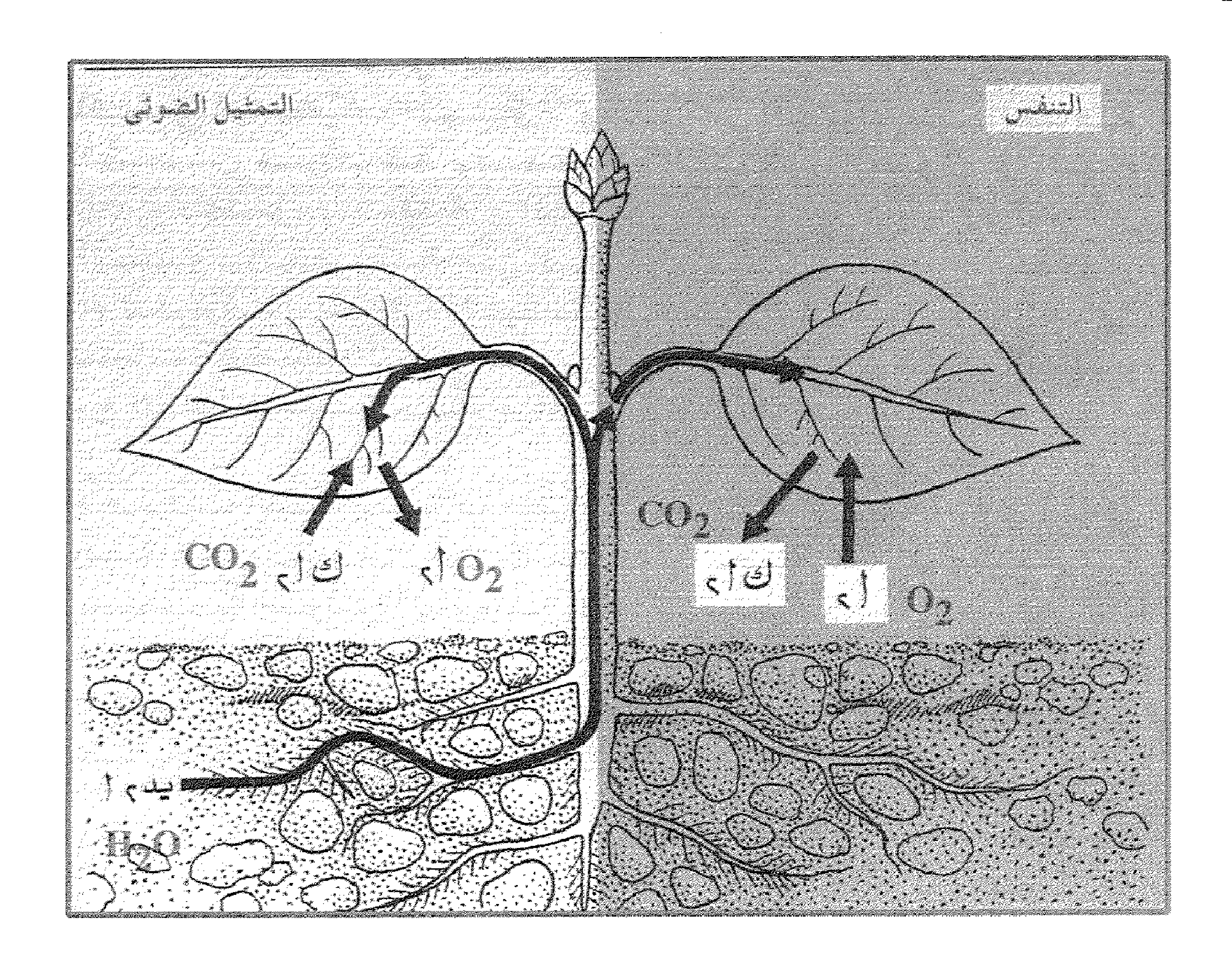
ويستعمل جزء من الطاقة المربوطة بالسكر بواسطة النباتات نفسها لمزاولة أنشطتها مثل بناء مادتها الحيوية . وفى هذا الصدد تتم سلسلة من العمليات الكيميائية تكون نتيجتها عكس العملية السابق ذكرها ، حيث يتأكسد السكر وتنطلق الطاقة ، ويُعبَّر عن ذلك كيميائيًا كما يلى :

سكر + أوكسيجين ← ثانى أوكسيد الكربون + ماء + طاقة

ك٦ يد١٢ أ٦ + ٦ أ٢ ← ٦ ك أ٢ + ٦ يد٢ أ + طاقة

$$(C6H_{12}O_6 + 60_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{energy})$$

وتستعمل النباتات بعض الأوكسيجين المنطلق لبناء المركّبات - وفى هذا الصدد تقوم النباتات بدور هام فى بناء المواد العضوية من المواد غير العضوية . والمواد العضوية هى المواد المكوِّنة للكائنات الحية ، أما المواد غير العضوية فهى المواد غير الحية مثل الأملاح والمعادن . والنباتات هى الكائنات الحية الوحيدة التى تستطيع بناء المواد العضوية من المواد غير العضوية ، وكل المادة الحية التى تُكوِّن الحيوانات نشأت أصلا فى النباتات .



أثناء النهار تأخذ النباتات ثانى أوكسيد الكربون وتُخرج الأوكسيجين بينما فى الليل تأخذ الأوكسيجين وتُخرج ثانى أوكسيد الكربون.

وتُعرف النباتات بأنها ذاتيَّة التغذية لأنها الكائنات الحية الوحيدة التى تُغذِّى نفسها ببناء المواد العضوية من المواد غير العضوية ، وذلك عكس مايحدث فى الحيوانات والفطريات والبكتيريا ، ولذلك تعرف بمختلفة التغذية .

والكائنات الحية مختلفة التغذية لاتستطيع استخدام الطاقة الضوئية ، ولاتستطيع أيضا بناء المواد العضوية من المواد غير العضوية . ولذلك تقوم النباتات بتجهيز الطاقة والمواد اللازمة لبناء جميع الكائنات الحية الأخرى ، وعليه لابد من وجود النباتات فى أى تنظيم بيئى .

وتُعتبر السلاسل الغذائية كممرّات لانتقال المادة والطاقة في التنظيم البيئي. ويمكن القول إن الطاقة الضوئية من الشمس مرتبطة بعملية التمثيل الضوئي في النباتات الخضراء. وتنطلق الطاقة في النباتات الخضراء أثناء التنفس، وفي بناء المواد العضوية من المواد غير العضوية. وتُستعمل النباتات كغذاء للحيوانات آكلة النبات، ثم تُستعمل بعض هذه الحيوانات آكلة النبات كغذاء للحيوانات المفترسة، وبذلك تَمُدُّ النباتات جميع الكائنات الحية بالغذاء والطاقة.

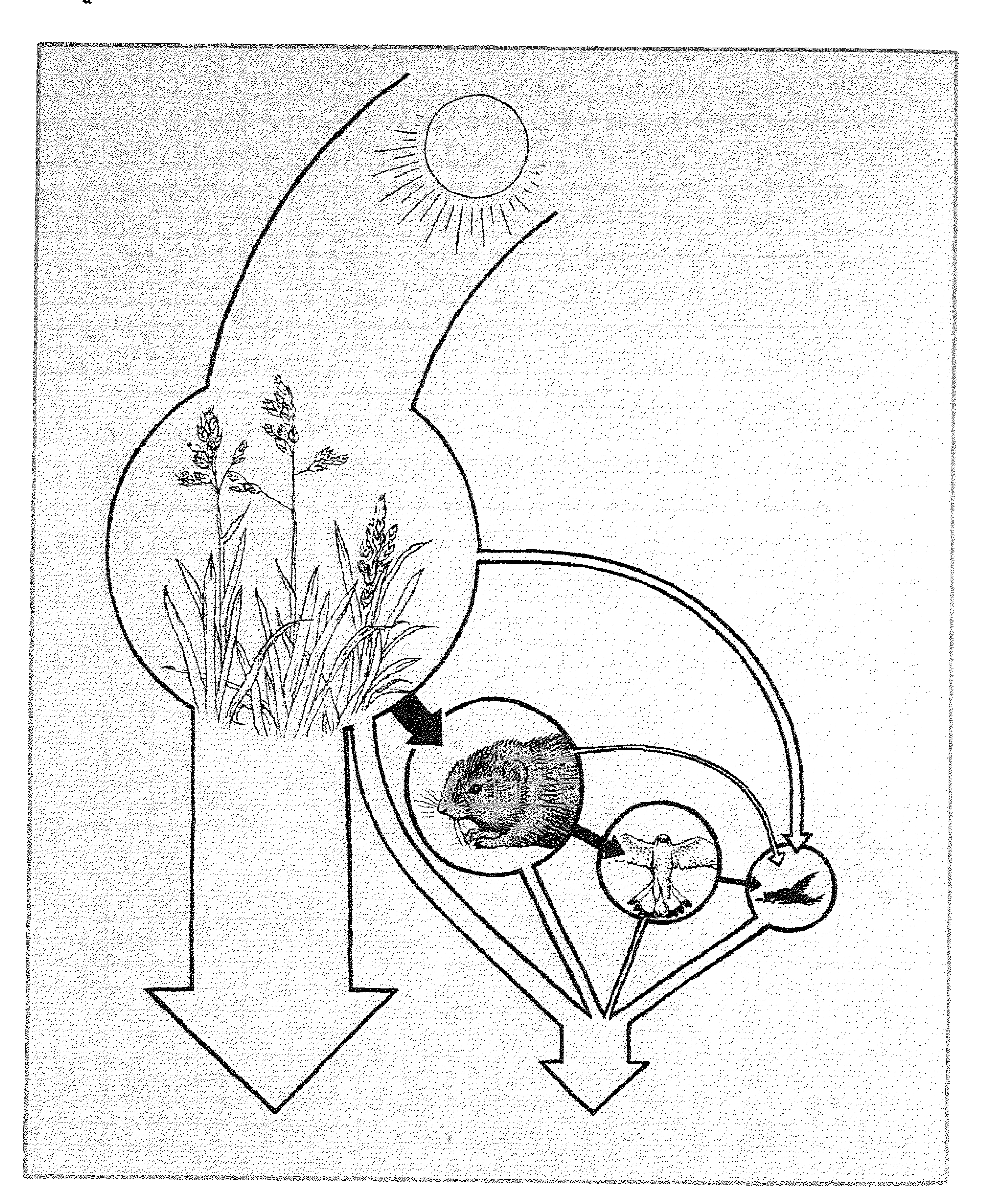
وتُعرف النباتات بأنها المنتِجات الأولية لأنها تنتج المواد العضوية اللازمة لغذاء الكائنات الحية مختلفة التغذية.
وبسبب موقع الحيوانات آكلة النبات في السلاسل الغذائية تعتبر مستهلِكات من الدرجة الأولى، أما الحيوانات آكلة اللحوم فموقعها في السلاسل الغذائية يجعلنا نعتبرها مستهلِكات من الدرجة الثانية.

السلاسل الغذائية نفسها تستخدم الطاقة

ويسبب انتقال الطاقة من الحيوانات آكلة النبات إلى الحيوانات آكلة اللحوم تحولات كثيرة لهذه الطاقة. وفي كل انتقال للطاقة يُفقَد بعض منها في شكل حرارة. وبالإضافة إلى ذلك فيوجد نقص في الطاقة في جميع الكائنات الحية، ويحدث ذلك لاحتياج هذه الكائنات للطاقة لتقوم بالتمثيل الغذائي وغيره من الوظائف الحيوية. فإذا تصورنا مثلاً أن جميع الحيوانات آكلة النبات قد أُكِلت بواسطة الحيوانات آكلة اللحوم، فلا بد أن تحصل الحيوانات آكلة اللحوم على طاقة أقل مما حصلت عليه الحيوانات آكلة النبات.

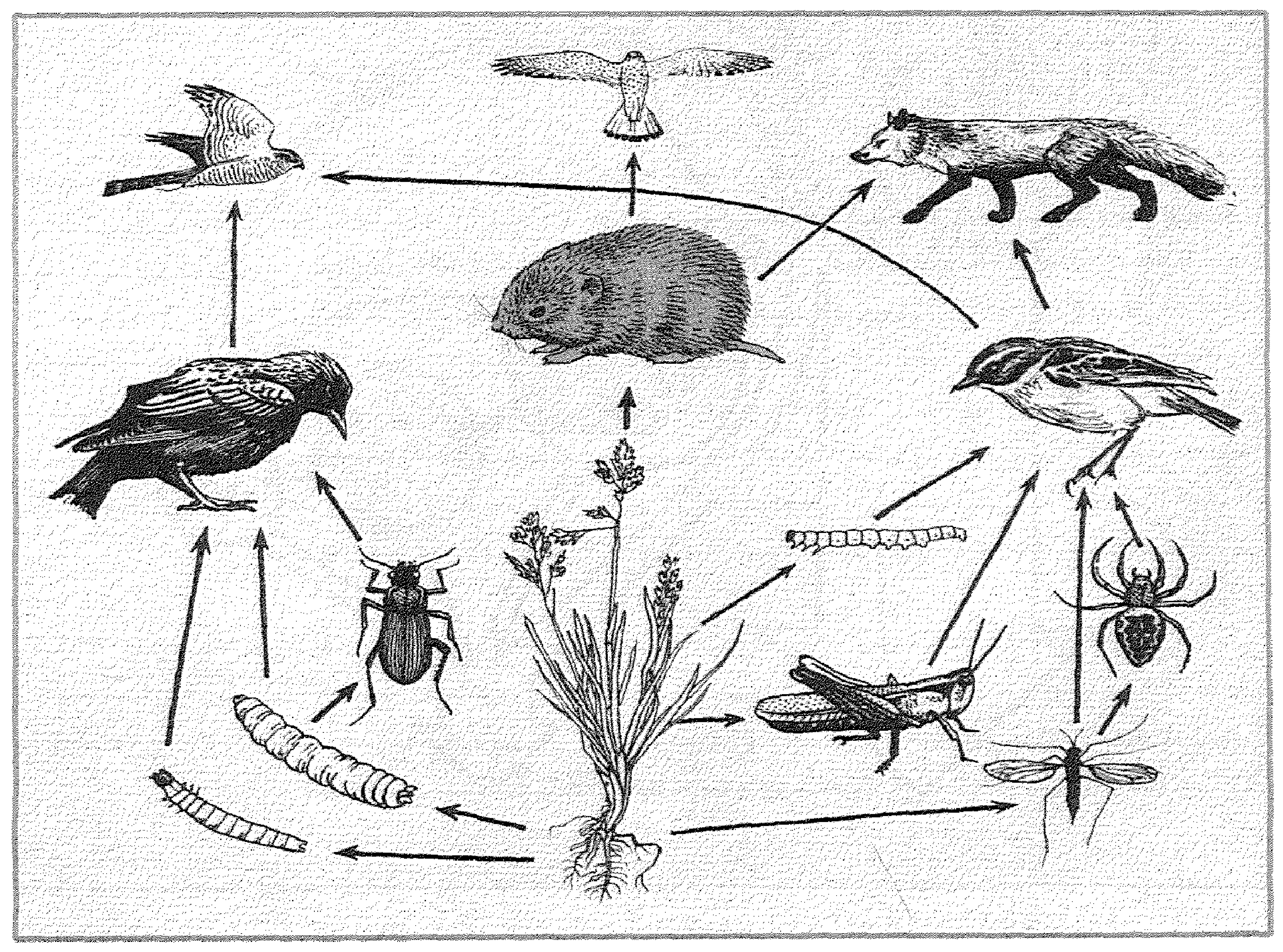
ونلاحظ أن عدد الحيوانات آكلة اللحوم أقل دائماً من عدد الحيوانات آكلة النبات. وبالرغم من كبر معظم الحيوانات آكلة اللحوم في الحجم فإنها تزن جميعها أقل من جميع الحيوانات آكلة النبات.

جزء صغير فقط من الطاقة الشمسية التى تصل إلى النباتات ترتبط بها وتستمر خلال السلاسل الغذائية



وتنتهى بعض السلاسل الغذائية بمستهلِكات من الدرجة الثالثة ، وذلك يعنى حيوانات آكلة لحوم تتغذى على حيوانات أخرى من آكلات اللحوم . وعادة لا نطلق على عصفور القُرْقُف حيوانًا مفترسًا ، ولكن من وجهة نظر علم البيئة يعتبر كل حيوان يتغذى على الحيوانات الأخرى حيوانا آكل لحوم . وينطبق ذلك على عصفور القُرْقُف لأنه يتغذى غالبا على الحشرات وحيوانات أخرى صغيرة ، ولذلك يتبع المستهلِكات من الدرجة الثانية . وعندما يتغذى صقر العصافير على عصفور القُرْقُف فإنه يتبع المستهلِكات من الدرجة الثالثة ، وبالطبع توجد مثل هذه المستهلكات فى أعداد أقل من المستهلِكات من الدرجة الثانية ، وذلك بسبب فقدان الطاقة الذى يصاحب إضافة وصلة جديدة للسلسلة الغذائية .

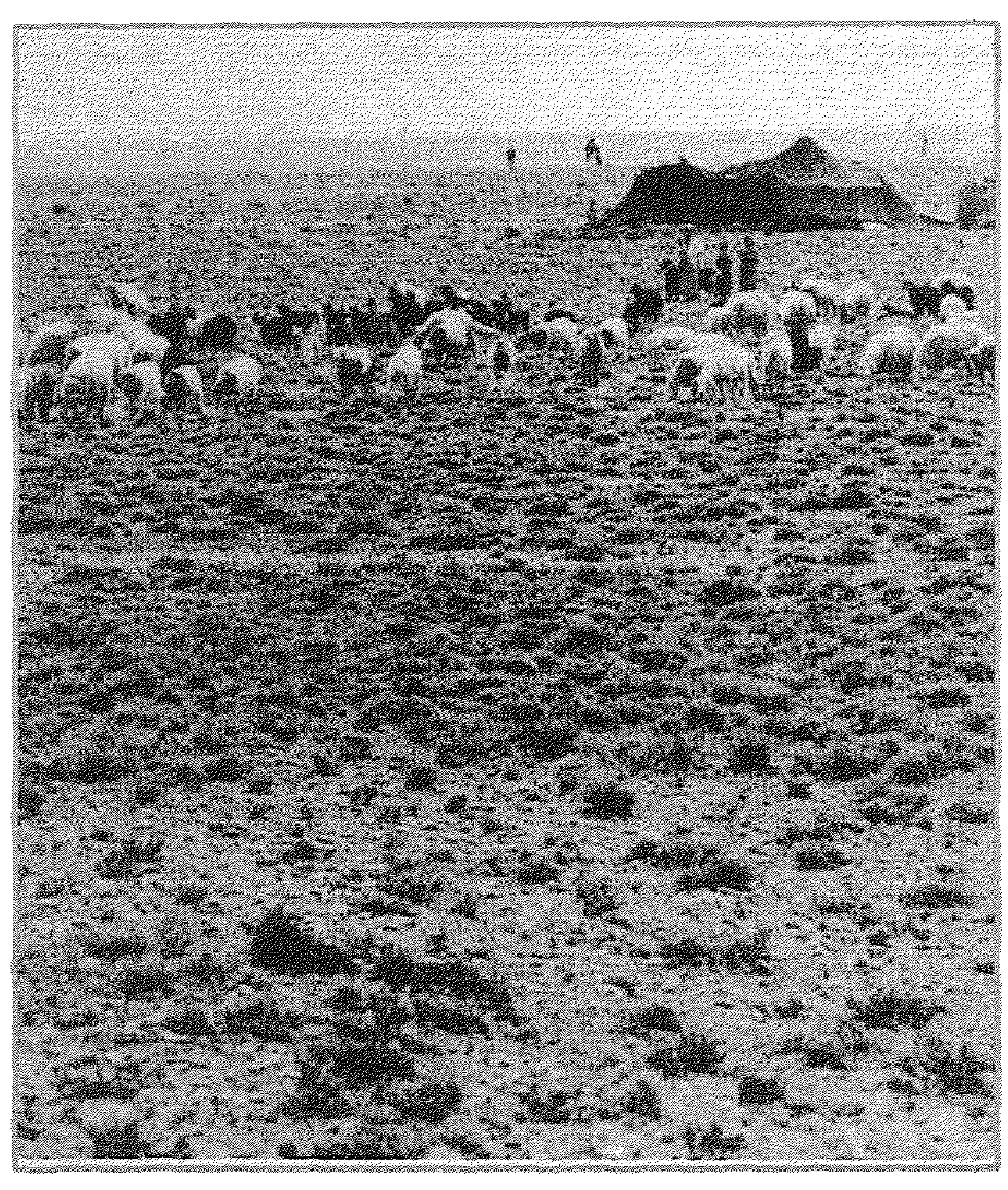
وتتجلى هنا عظمة الخالق فقد جعل تكاثر الكائنات الحية مثل فأر الغيط (مستهلك الدرجة ١ الأولى) يتوالد بأعداد كبيرة أكثر بكثير من مستهلك الدرجة الثانية والثالثة حتى يحدث التوازن الطبيعى .



فى الطبيعة تتصل السلاسل الغذائية ببعضها لتكون شبكة غذائية

السلاسل الغذائية متصلة ببعضها فى شكل شبكة

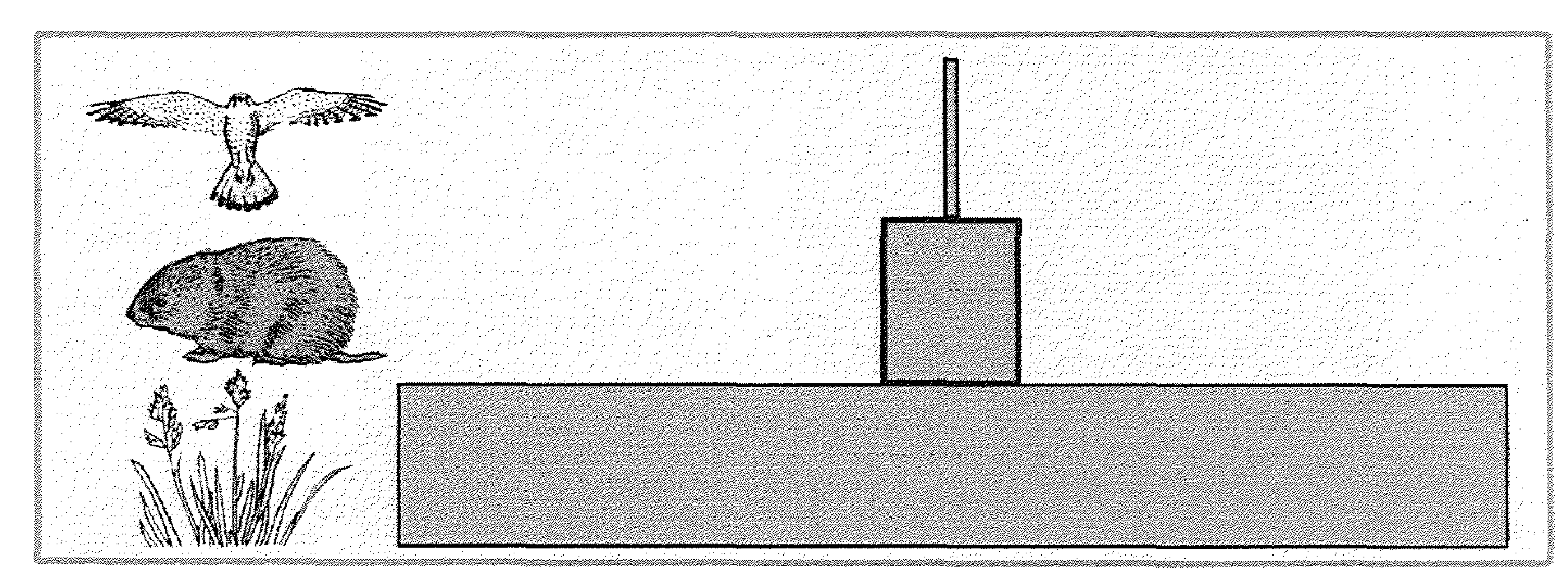
إذا كان أى نبات أو أى حيوان جزءا فى سلسلتين غذائيتين تعتبر هاتين السلسلتين متصلتين فى شكل شبكة، ولذلك تتكون الشبكة الغذائية عندما تشترك سلسلتان غذائيتان أو أكثر فى وصلة غذائية أو أكثر. وعادة تكون السلاسل الغذائية متصلة فى شكل شبكة معقدة للغاية فى التنظيم البيئى، ويرجع سبب ذلك إلى أن الكائنات الحية من نفس النوع تدخل فى سلاسل غذائية متعددة. وينطبق ذلك على فأر الغيط، إذ إن له أعداء كثيرين، ولذلك فهو جزء فى عدة سلاسل غذائية. كذلك تتغذى حيوانات كثيرة من آكلات النباتات على أنواع متعددة من النباتات، كما تتغذى الحيوانات آكلة اللحوم على أنواع مختلفة من الحيوانات.



تتغذى الماشية على الأعشاب لتكوّن البروتين الذى يدخل فى غذاء الإنسان

وفى كل من التنظيمات البيئية الكبيرة توجد الآلاف من السلاسل الغذائية . ومن الصعب جدا توضيح سريان الطاقة داخل مثل هذه الشبكة المعقدة ، حتى إذا كانت مكونة من مئات السلاسل الغذائية فقط . وسنحاول هنا إيجاد فكرة عامة عن سريان الطاقة والمادة فى التنظيم البيئى بواسطة شكل توضيحى تظهر فيه ثلاث مجموعات ، تمثل المجموعة الأولى النباتات كمنتجات أولية ، وتمثل الثانية الحيوانات آكلة النبات ، أما الثالثة فتمثل الحيوانات آكلة اللحوم ، ويبنى هذا الشكل التوضيحى على وزن كل من هذه المجموعات ، ويكون دائمًا على شكل هرم ، ولذلك يعرف بالهرم الغذائى .

ويمكن رسم الهرم الغذائى بطرق مختلفة ، وفى حالة رسمه على أساس وزن المجموعات الثلاثة السابق ذكرها يجب أن نأخذ فى الاعتبار وزن المادة الجافّة لهذه المجموعات . فالنباتات والحيوانات تحتوى على نسبة عالية من الماء الذى يجب التخلص منه قبل الوزن . وهذه الطريقة تعطى صورة حقيقية ومقنعة لحالة المادة وسريانها .



يبين الهرم الغذائى فى هذا الشكل كمية الأعشاب اللازمة لغذاء فأر الغيط ، وكمية فئران الغيط اللازمة لغذاء الصقر البلدى

كذلك يمكن رسم الهرم الغذائى أيضا على أساس عدد الكائنات الحية فى المجموعات المختلفة ، ولكن هذا الإجراء يعتبر عادة غير سليم ، إذ توجد فروق كبيرة فى أحجام هذه الكائنات ، ولذلك لا يمكن الحصول على تصور حقيقى لنسبة المادة فى المجموعات المختلفة .

الإنتاج الأولى ليس واحدًا فى كل الحالات

يتم تجهيز الإنتاج الأولى فى كل النباتات الخضراء من الطحالب المجهرية إلى الاشجار الكبيرة فى كل العالم ، وسنعيد ماسبق أن ذكرناه ونقرر أن التمثيل الضوئى أساس وجود جميع الكائنات الحية الاخرى .

وبالطبع لاتنتج كميات متساوية من الإنتاج الأولى فى كل بقاع الأرض ، إذ تخضع هذه الكمية لشدة الضوء ، ودرجة الحرارة ، والمواد اللازمة لتغذية النباتات وكمية الماء .

ويعتبر الماء فى التربة أهم العوامل المؤثرة فى كمية الإنتاج الأولى ، وفى بعض المناطق تزيد هذه الكمية بمتابعة الرى ، والتسميد بالمواد اللازمة لتغذية النباتات .



يتم تجهيز الإنتاج الأولى فى النباتات الخضراء ، بواسطة التمثيل الضوئى ، فى وجود الماء .

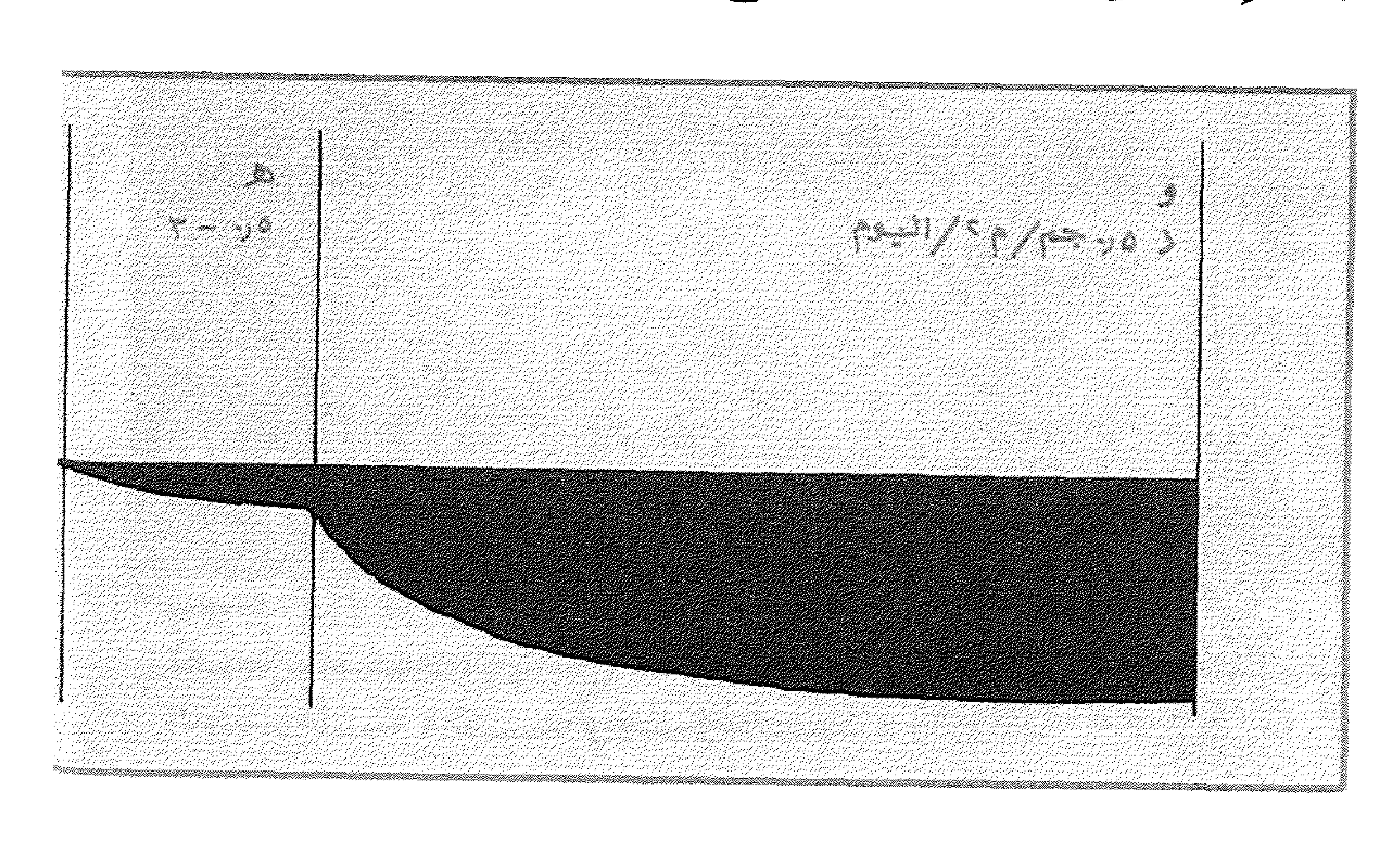
وفى المحيطات الكبيرة نحصل على كمية قليلة من الإنتاج الأولى لقلة الأملاح اللازمة لتغذية النباتات، وذلك بسبب هبوطها وتَجمُّعِها فى أعماق المحيطات.

وفى المناطق التى يوجد بها تيارات تدفع ماء أعماق المحيطات إلى السطح - توجد كمية أكبر من الإنتاج الأولى، كما هى الحال عند تقابل التيارات الباردة والدافئة فى المحيط المتجمد الجنوبى. ويؤدى ذلك إلى رفع المياه الغنية بالأملاح اللازمة لتغذية النباتات إلى السطح، مما يعمل على ازدهار وزيادة الهائمات النباتية التى تُعتبر إنتاجًا أوّليًّا. ويستعمل هذا الإنتاج الأولى كغذاء لكثير من الحيوانات التى تكوِّن بدورها الغذاء الأساسى للحيتان الموجودة فى هذه المنطقة.

ويمكن تحديد الإنتاج الأولى فى منطقة معينة من المحيط بتقدير وزن المادة العضوية الجافة بالجرام، فى كل متر مربع، فى السنة.

كذلك يمكن التعبير عن حجم الإنتاج الأولى بالسعرات، على أساس أن وزن جرام واحد من المادة النباتية الجافة تحتوى على طاقة مقدارها ٤٫٢٥ كيلو سعر.

وعند دراسة المشروعات الخاصة بالزراعة والغابات يجب تقدير الإنتاج الأولى للأنواع المختلفة للنباتات



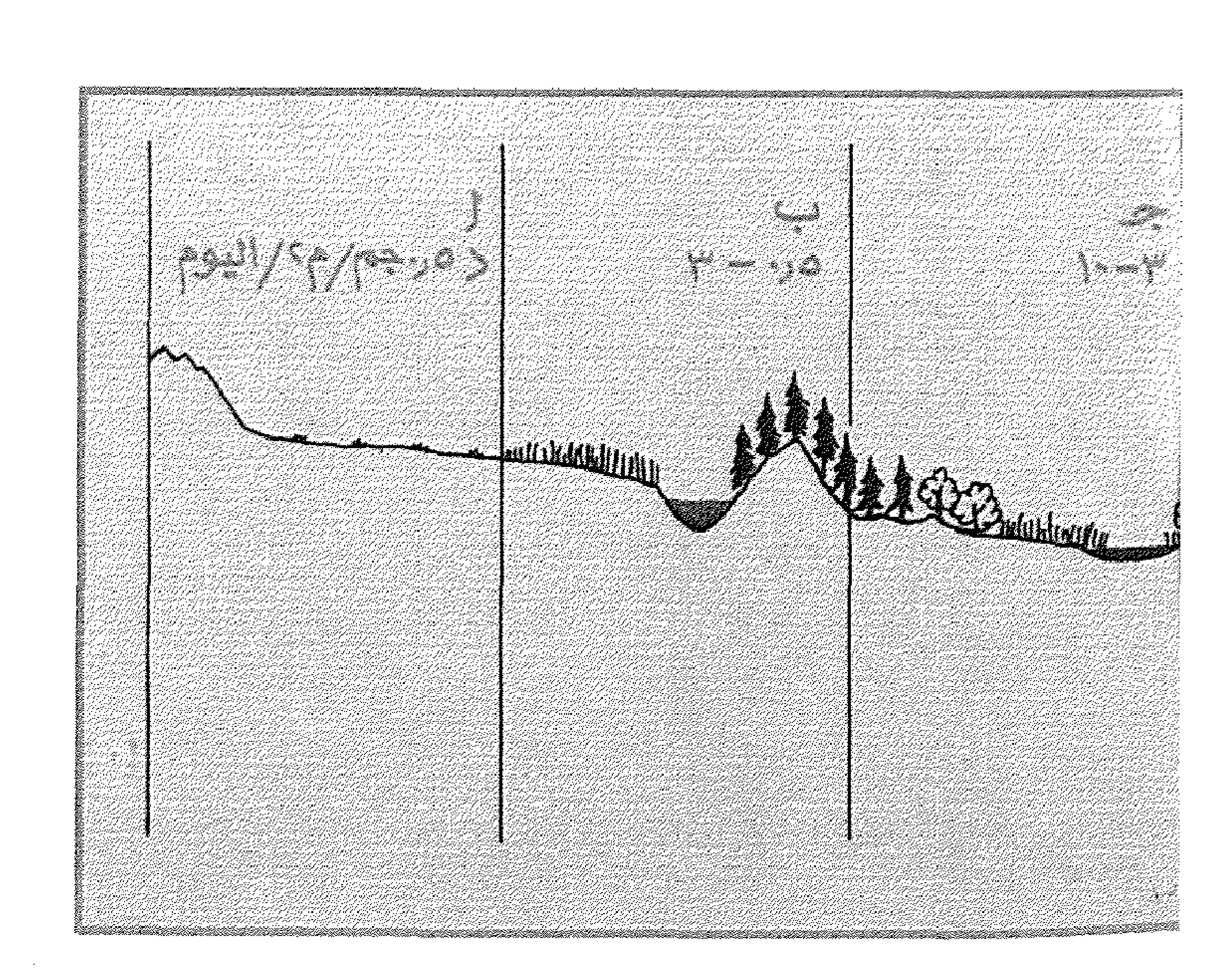
ولا تقتصر أهمية الطاقة الشمسية على مدها بالطاقة التى ترتبط بعملية التمثيل الضوئى ، ولكنها فى نفس الوقت تقوم بتدفئة الجو المحيط ، كما تعمل على تبخر الماء ، مما يساعد على تهيئة الجو المناسب ، وسقوط الأمطار ، وكل ذلك هام جدا لوجود التنظيم البيئى .

وترتبط فقط ٠,٢٥٪ من الطاقة الضوئية بإنتاج السكر ، وهى نسبة ضئيلة للغاية .

وتتم عملية التمثيل الضوئى فى طبقة رقيقة جدا فى النباتات الخضراء ، وذلك يساعد على تصورنا أن كمية ضئيلة جدا من الطاقة الضوئية ترتبط بعملية التمثيل الضوئى .

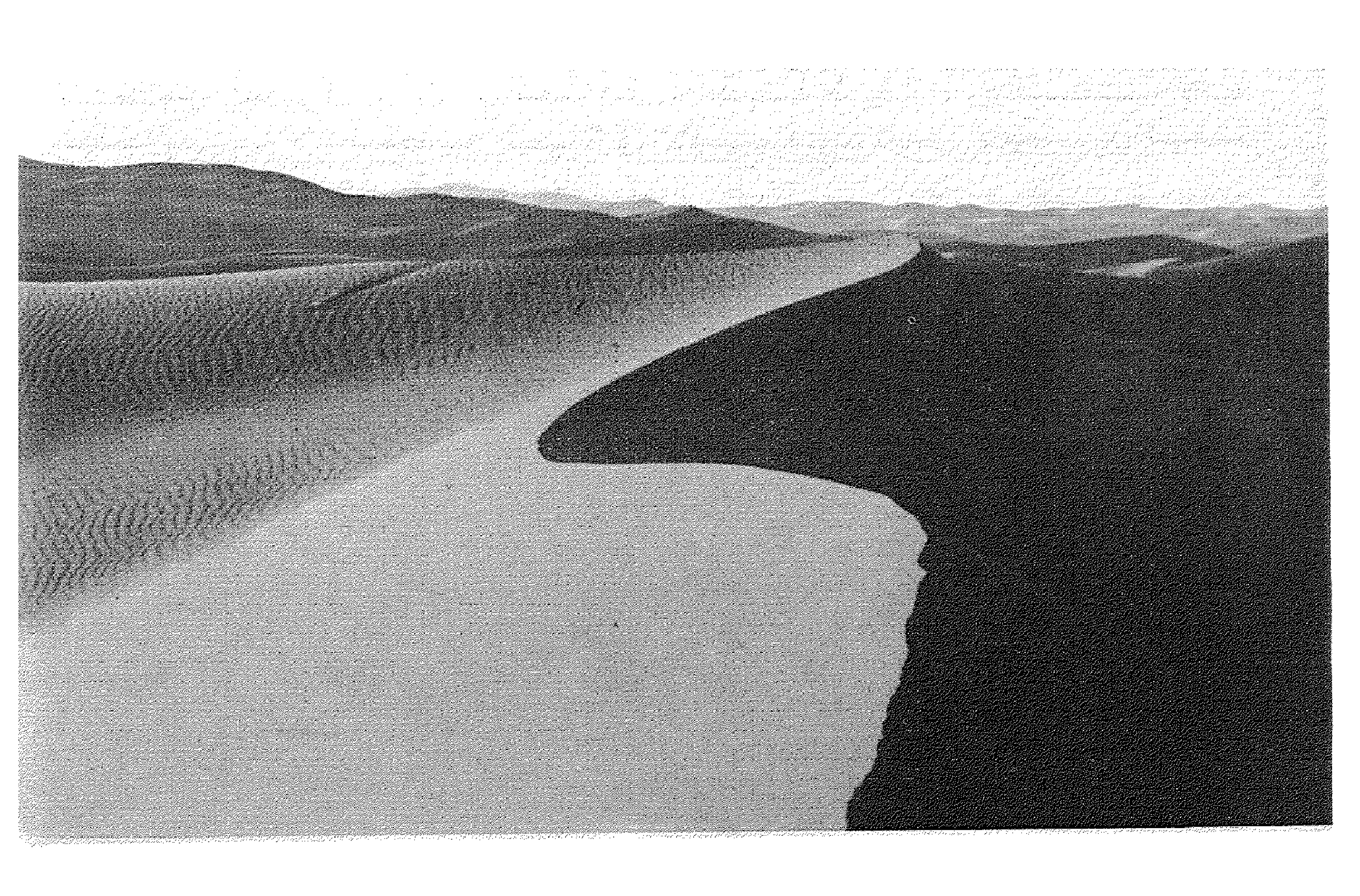
وفى الغابات لانجد أكثر من حوالى خمسة أوراق نباتية تقع كل منها عند قمة الأخرى ، علما بأن مجموعة الأوراق النباتية فى الغابات تظلل بعضها الآخر لدرجة يصعب معها وصول الضوء الكافى ، وبالتالى الطاقة الكافية لأكثر من هذه الأوراق الخمسة

كذلك فى المحيطات والبحيرات العميقة لاتتم عملية التمثيل الضوئى إلا فى نطاق طبقة ضيقة ، وذلك لأن الطحالب لاتستطيع الحياة فى الأعماق التى لايصل إليها الضوء بسهولة .



يبين هذا الشكل قطاعا عرضيا نموذجيا للمحيط الحيوى ، وبه يظهر الإنتاج الأولى فى المجموعات المختلفة للأنظمة البيئية بـ جم/م٢/اليوم .

أ – الصحارى
ب – السهول ، البحيرات العميقة ، الغابات الجبلية ، الأراضى الزراعية الرديئة .
جـ – الغابات الرطبة ، البحيرات الضحلة ، المروج ، الأراضى الزراعية متوسطة الجودة .
د – دلتا الأنهار ، خلجان المحيطات ، الشعاب المرجانية ، الأراضى الزراعية الجيدة .
هـ – البحار قريبا من الشاطئ
و – البحار العميقة .



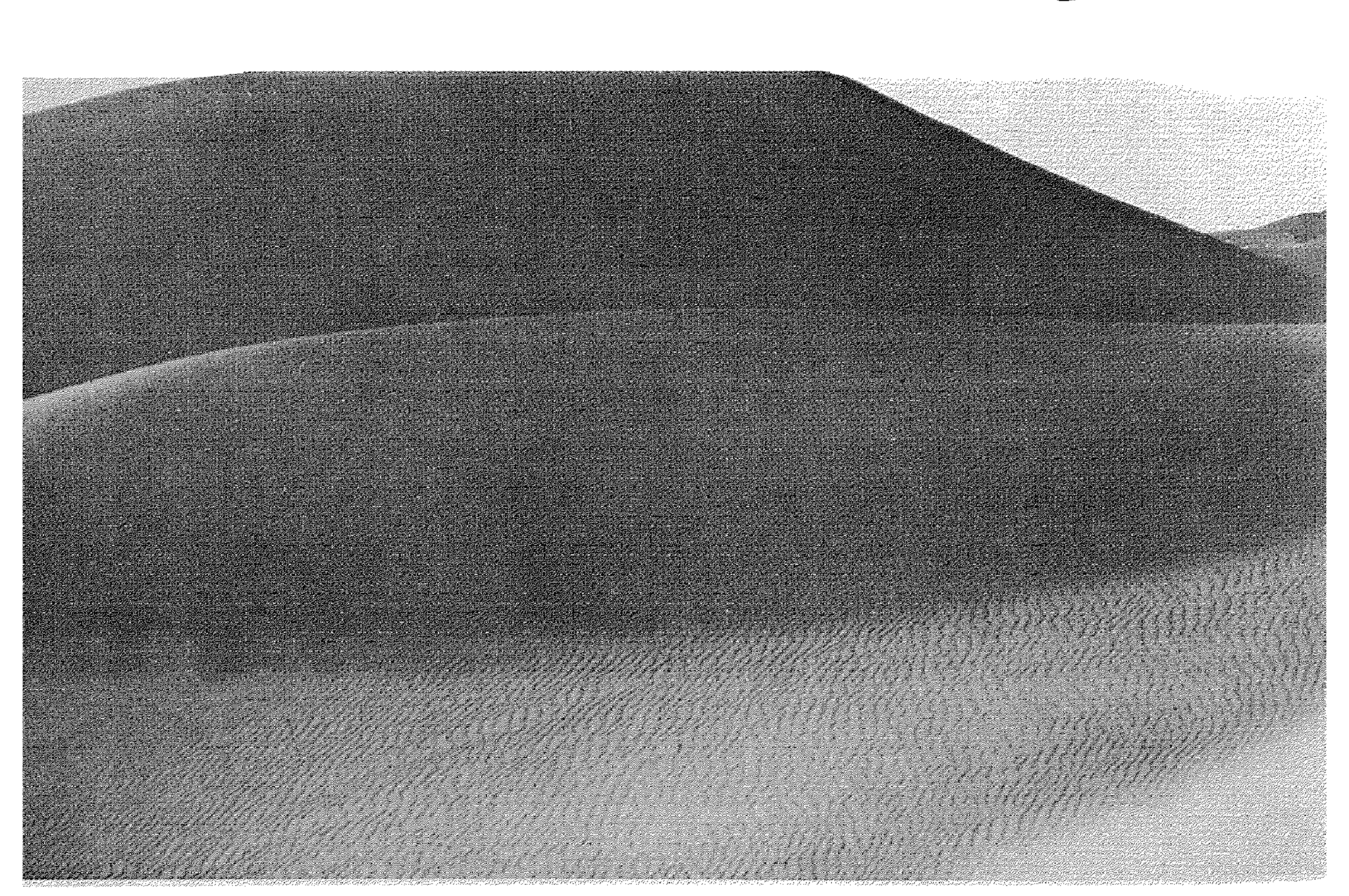
3 - ٣ - إمكانية الحياة فى الصحراء ومنطقة المراعى

فى هذا الفصل سنتناول دراسة شمال أفريقيا ، وفى بعض الأحيان سَنُجرى مقارنة ببعض الأمثلة من أماكن أخرى من العالم ، وسنركز دراستنا على الصحراء وأرض المراعى من وجهة نظر علم البيئة .

ويتميز المنظر الطبيعى للصحراء بتجمعات الرمال العظيمة التى تعرف بالكثبان ، والسهول الصخرية الممتدة ، وكلها تتصف بالجفاف .

ومن الناحية الجيولوجية نعرف الصحراء بأنها المنطقة التى تقل أمطارها السنوية عن ٢٥ سم ، وهذا التعريف يتفق مع ماندرسه الآن .

ولا تحدد كمية الأمطار وحدها درجة انتشار النباتات ، ولكن توزيع هذه الأمطار بشكل ينتفع به النبات له أهميته الكبرى.



وتتميز الصحراء كذلك بدرجة حرارة مرتفعة للغاية أثناء النهار ، ويرجع ذلك إلى قلة الرطوبة في الجو مما يساعد على تخلل أشعة الشمس - فتسخن الأرض .
وفي فصل الصيف كثيرا ما تصل درجة الحرارة في الصحراء إلى ٥٠°م . وغالبًا تزيد درجة حرارة سطح الأرض ٣٠°م أكثر من درجة حرارة الهواء المحيط .
كذلك يُعزى انخفاض درجة الحرارة سريعا في الليل إلى قلة الرطوبة ، فحتى في الأيام شديدة الحرارة تنخفض درجة الحرارة في الليل إلى أقل من ٣٠°م .

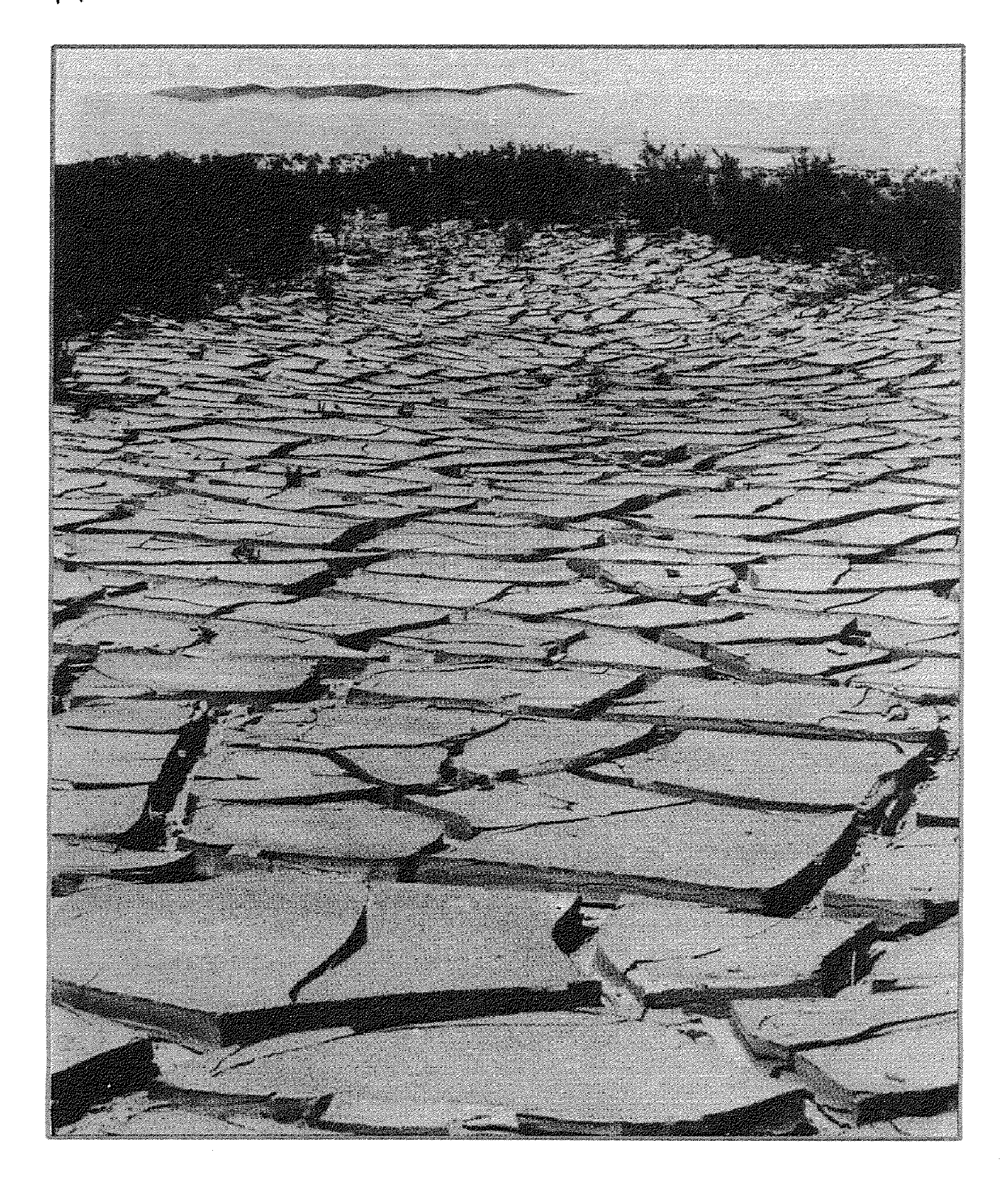
وفي الصحراء الكبرى - وقد سُمِّيت بذلك لأنها أكبر صحراء في العالم - تتصف مناطق شاسعة بدرجة الحرارة العالية ، وانعدام الماء لشهور أو سنين ، وجرف الرياح لتربتها باستمرار .

ولذلك ليس من المستغرب أن تكون النباتات قليلة جدا ومتباعدة .

وقد تظل مساحات كبيرة عارية تماما من النباتات طوال العام ، كما توجد أماكن أخرى لا يمكن أن تنمو بها أي نباتات .



منظر من الصحراء الكبرى



بعد أن تسقط الأمطار بغزارة تجرى معظم المياه خلال الفجوات الأرضية والوديان ، وبعد أن تجف هذه الأماكن تُشاهد في التربة نماذج مميزة من الشقوق - ويظهر في هذه الصورة وادٍ لمجرى نهر جاف .

النباتات الحولية فى الصحراء

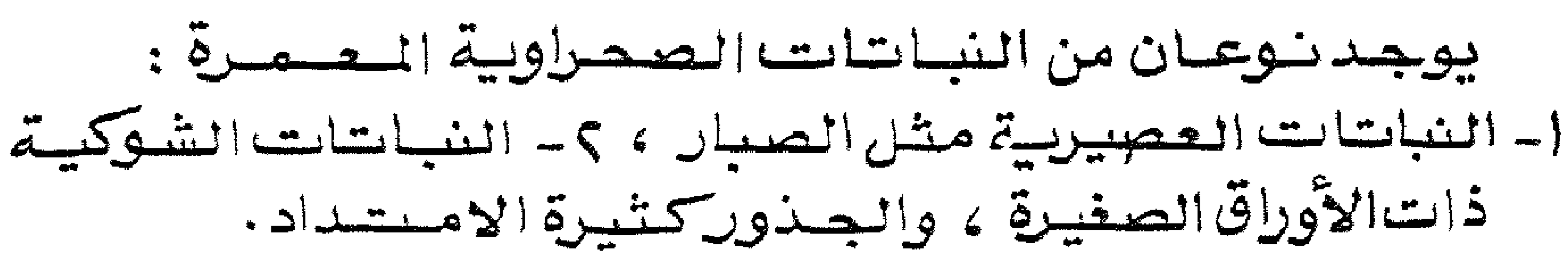
بعد سقوط الأمطار بشدة تبدأ النباتات الحولية فى الصحراء فى الإنبات . ويلاحظ أن أوراق هذه النباتات وسيقانها وجذورها ليست مهيأة لظروف الصحراء ، ولكنها تتمكن من البقاء لأن بذورها تنبت بسرعة . وسرعان ما تزهر هذه النباتات ، وفى الغالب أزهارها كبيرة وجميلة بألوانها الزاهية ، فمن الضرورى جدا جذب الحشرات إليها لتقوم بنقل حبوب اللقاح من بعضها إلى البعض لتتم عملية التلقيح . وغالبًا ما يكون نفس هذه الحشرات فى وقت سقوط الأمطار ، فهى تعتمد فى حياتها على الماء والنبات . وسرعان ما تنضج بذور النباتات الحولية فى الصحراء ، ثم تنتشر البذور ، وبعد ذلك تذبل هذه النباتات ، ولكن تحتفظ البذور بقدرتها على الإنبات لمدة طويلة قد تصل إلى عشرات السنين من الجفاف .

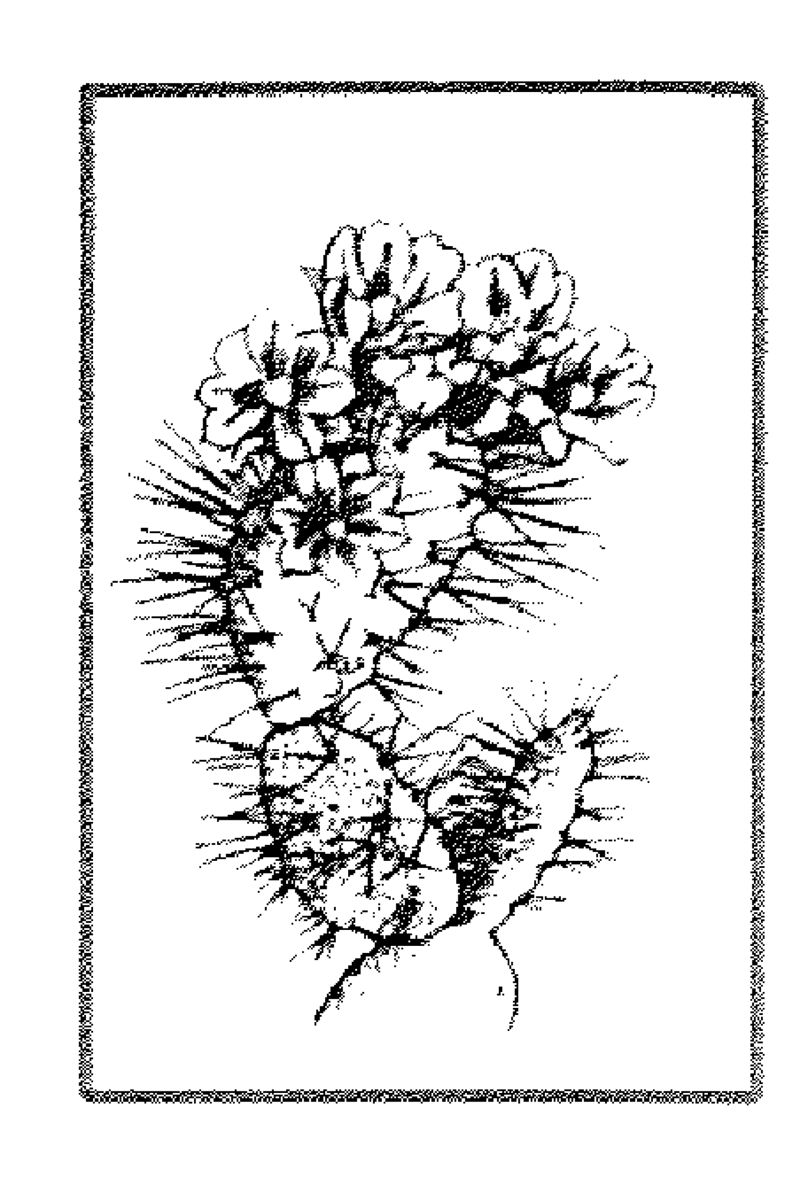
ولا تحتفظ بذور النباتات الحولية فى الصحراء بقدرتها على الإنبات خلال فترات الجفاف فقط ، ولكن لها القدرة أيضا على تقدير حجم الأمطار عندما تتساقط .

ولا تنبت بذور بعض أنواع هذه النباتات إلا إذا سقطت الأمطار بحجم معين يناسبها ، وذلك رغم إظهار التربة لنفس الرطوبة بعد سقوط الأمطار القليلة او الكثيرة .

وتُعزى هذه الملاءمة الغريبة للبذور إلى احتواء أغلفتها الخارجية على عدة مواد تحول دون إنباتها . ولا يتم إنبات هذه البذور إلا إذا أزيلت هذه المواد المانعة للإنبات بواسطة الماء ، ولذلك لا يبدأ الإنبات إلا بعد سقوط أمطار كثيرة . وفى هذه الحالة تحقق النباتات لجيلها المقبل نجاحه واستمراره فى الحياة إلى أن يزهر وتنضج بذوره ، وبذلك تحافظ النباتات على أنواعها .

وتتركز ملاءمة النباتات الحولية فى الصحراء فى الصفات المميزة لبذورها ، أما النباتات الصحراوية المعمرة فتُظهِر خصائص ملائمة كثيرة .

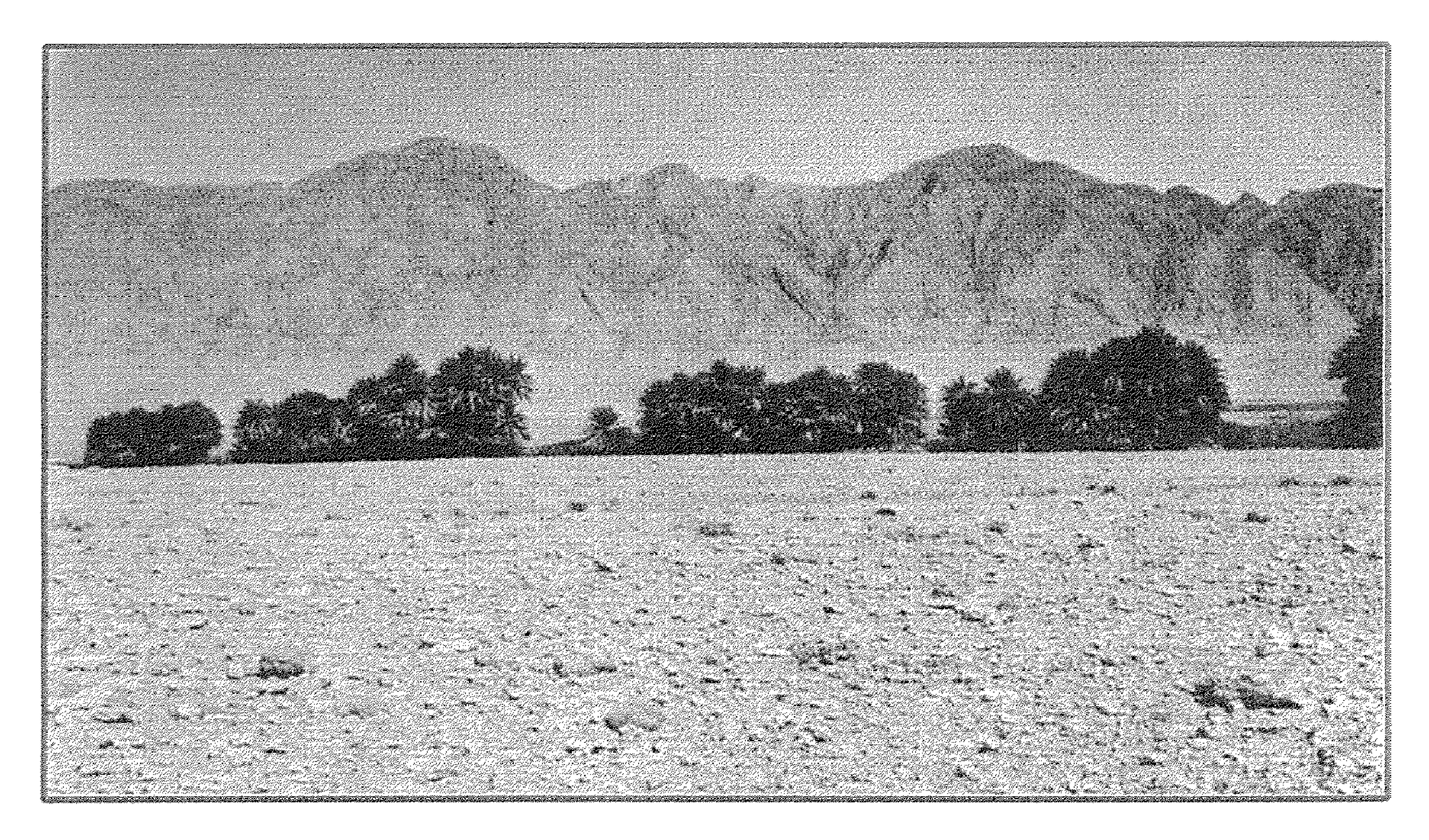




صبار التين الشوكى

يوجد نوعان من النباتات الصحراوية المعمرة :
١- النباتات العصيرية مثل الصبار ، ٢- النباتات الشوكية ذات الأوراق الصغيرة ، والجذور كثيرة الامتداد.

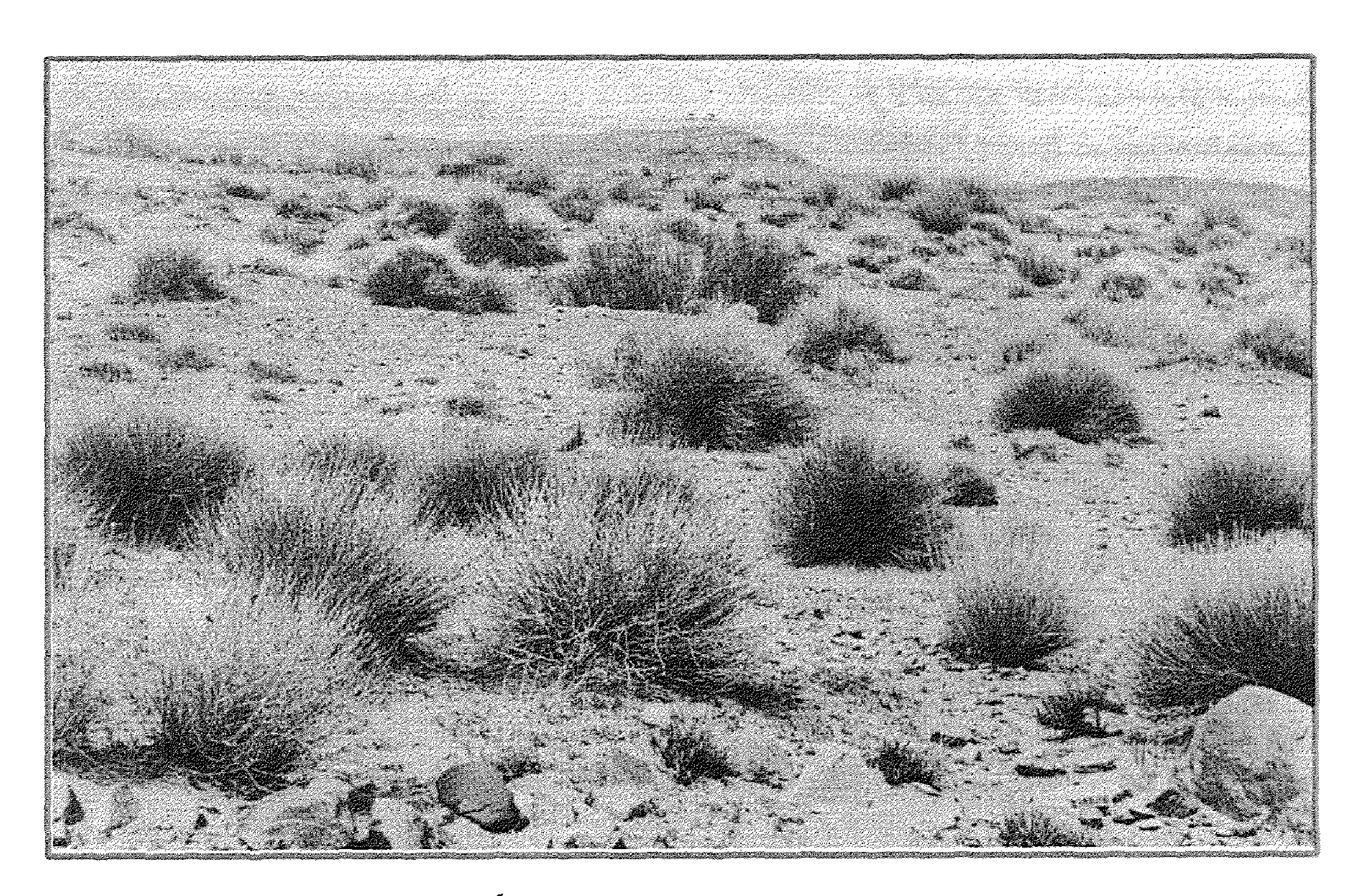
وتعتمد حياة النباتات الصحراوية العصيرية على قدرتها على تخزين الماء فى الجذور والسيقان . وتمتاز صحراء أمريكا الشمالية بالأشكال الكثيرة والجميلة لنبات الصبار . ولا يوجد أصلا نبات الصبار فى الصحراء الكبرى ، ولكن أدخل إليها صبار التين الشوكى واستمر فيها بنجاح. وتوجد فى صحراء جنوب أفريقيا نباتات شبيهة بالصبار ولا تتبع عائلته ، إذ تتبع لعائلة القربيون. وقد عملت ظروف الصحراء الخاصة التى تعيش فيها هاتان العائلتان على نمو وتشكُّل النباتات المختلفة التابعة لهما فى نفس الاتجاه .



ينتشر نبات الأباباسيس العصيرى فى المناطق الصخرية من الصحراء الكبرى

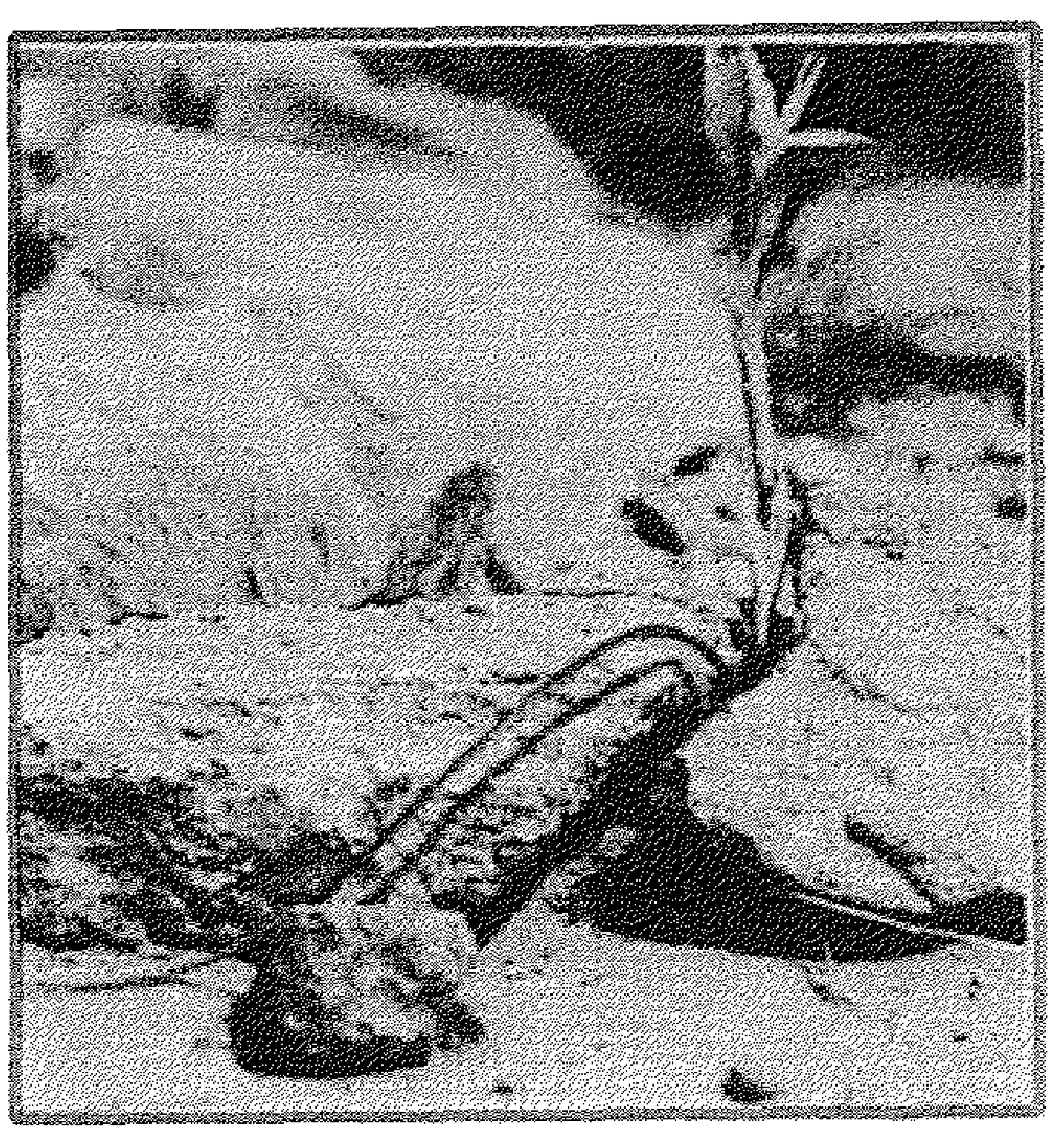
وتكثر الشجيرات الشوكية الصغيرة فى المناطق الصحراوية ، وتتميز بنمو أوراقها على هيئة أشواك ، مما يعمل على حمايتها من الحيوانات آكلة النبات ، ويحول دون فقدانها لكثير من الماء عن طريق البخر .

ورغم الصغر المتناهي لهذه الأوراق فكثيرا ماتتساقط ويتخلص منها النبات أثناء فترات الجفاف الطويلة .



ينمو كثير من النباتات الصحراوية على شكل وسادات ، وذلك يساعد على تقليل بخر الماء ، إذ يوجد بين فروع هذه النباتات الوسادية دائما هواء ساكن . كذلك يلاحظ أن أطراف سيقان هذه النباتات مزودة دائما بالأشواك ، مما يعمل على حمايتها من الحيوانات آكلة النباتات .

٤١



توجد في الصحراء نباتات مختلفة تنمو كأبصال أو كرمات ، ويشاهد نبات السوسن في هذه الصورة



عشب الحلفا من الأعشاب الصحراوية ، ويظهر ذلك واضحا من شكل أوراقه



تحمل النباتات الصحراوية دائما أوارقا شوكية



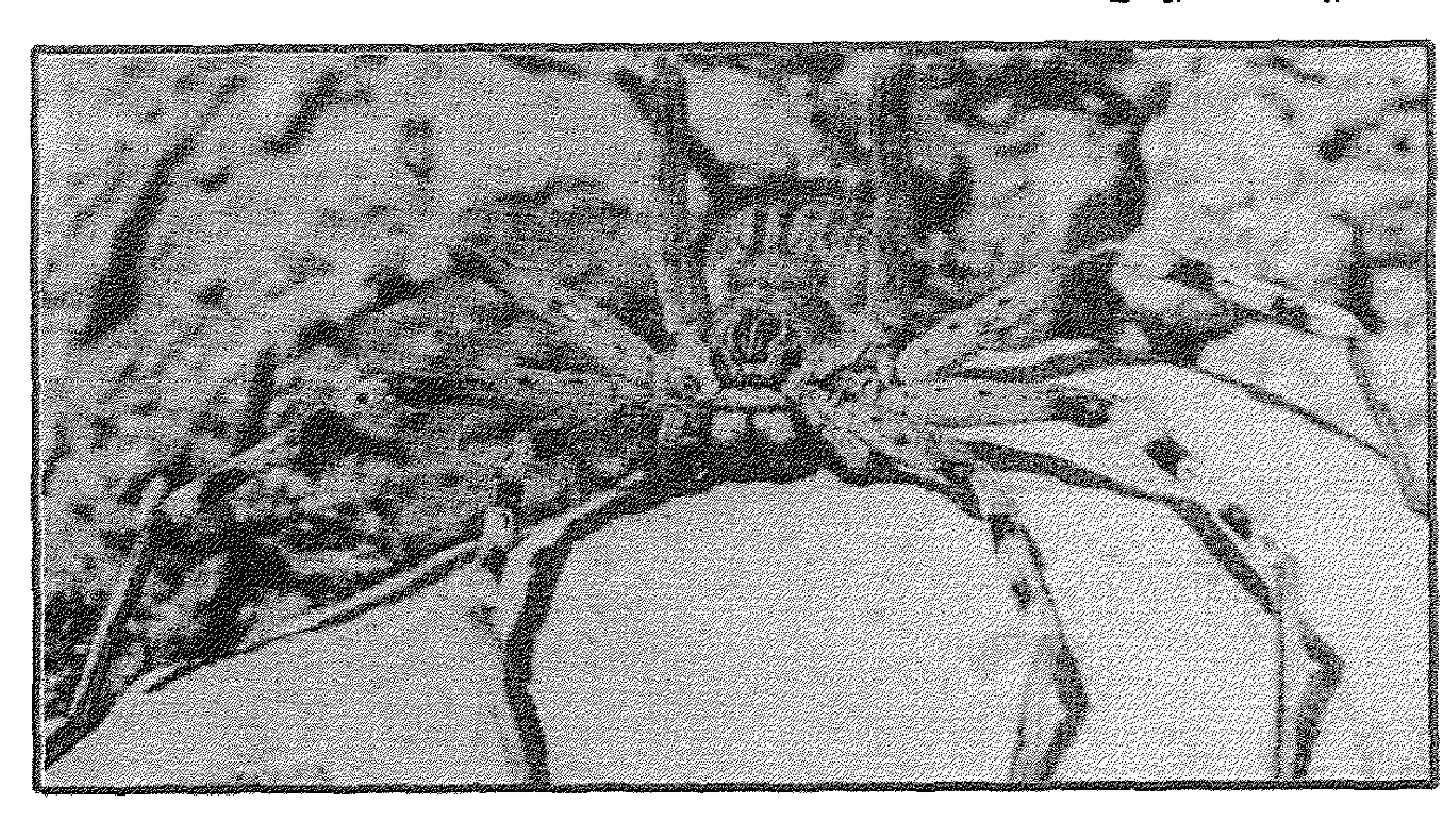
يعمل قِصَر هذا النبات وكثافة الشعيرات التي تكسوه على تقليل فقد الماء بالبخر

حياة الحيوانات فى الصحراء

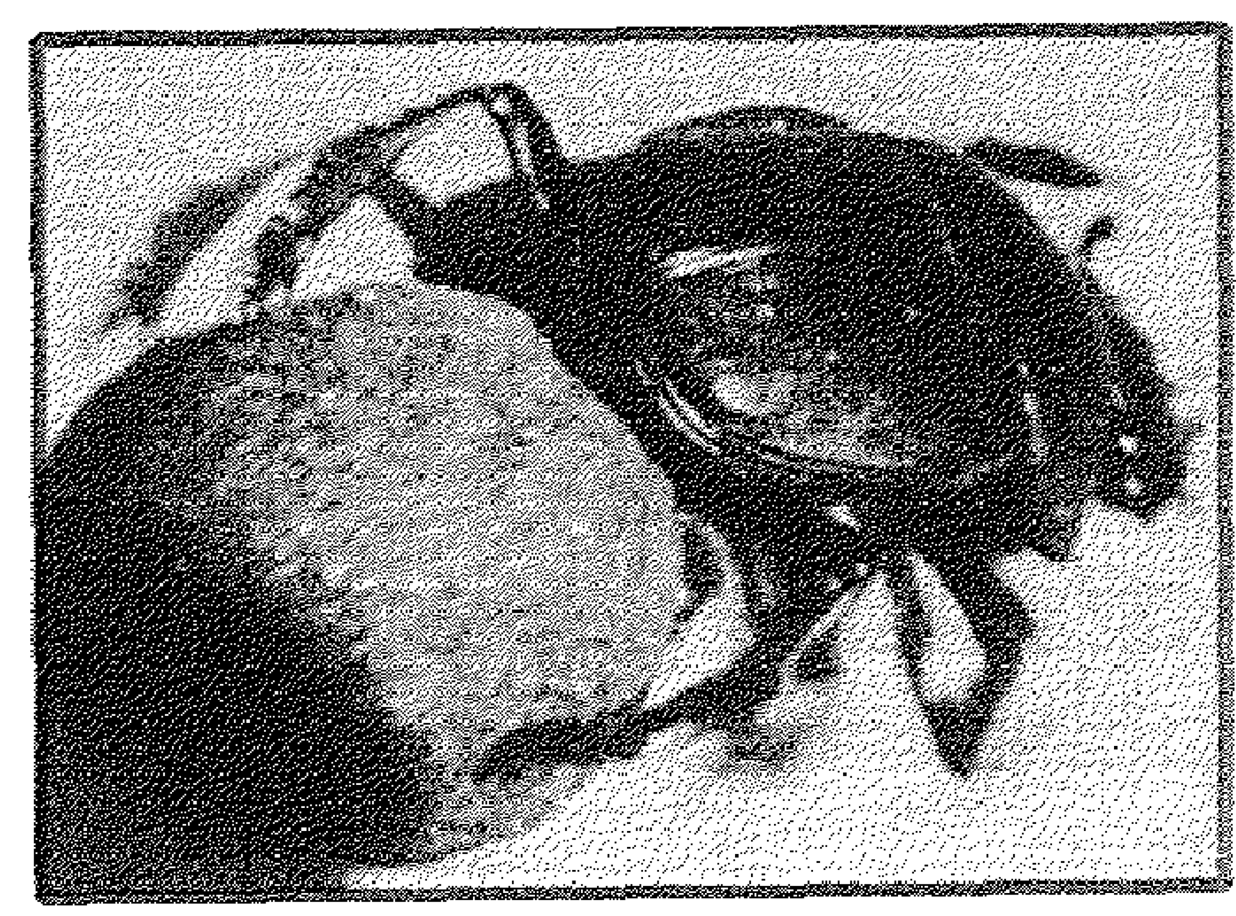
تعتمد حياة الحيوانات فى الصحراء - وفى أية منطقة سواها - اعتمادا كليا على النباتات . وينبنى التنظيم البيئى للصحراء على تباعد النباتات عن بعضها ، ولذلك يكون إنتاجها الأوّلى ضئيلا جدا ، ويختلف هذا الإنتاج الأولى كثيرًا تبعًا لندرة الأمطار التى قد تكون معدومة لمدة طويلة تصل إلى سنة . و فى هذه الظروف الغذائية تعيش الحيوانات آكلة النبات ، وذلك بجانب درجة الحرارة العالية ، وقلة الماء . ورغم ذلك فمن المستغرب وجود حيوانات كثيرة مختلفة استطاعت التكيُّف مع الحياة فى الصحراء .

وتوجد فى الصحراء مجاميع من الحيوانات بأنواعها العديدة مثل الحشرات والعناكب ، والعقارب ، وذوات المائة رجل ،كذلك يوجد عدد لابأس به من الزواحف ، والثدييات الصغيرة ، وقليل جدا من البرمائيات هيأت نفسها للحياة فى الصحراء .كذلك توجد قواقع الصحراء التى تتغذى وتنمو بسرعة فائقة فى فترة نمو النباتات عقب سقوط الأمطار . بعد ذلك تتراجع هذه القواقع داخل أصدافها وتمكث فترة الجفاف فى حالة تشبه البيات الشتوى. وقدرة هذه القواقع على الحياة لفترات طويلة من الجفاف غير محدودة ، وقد ظهر ذلك فى لندن أثناء الحرب العالمية الثانية ، حيث سقطت إحدى القنابل على سقف المتحف الطبيعى البريطانى ، وتحطم زجاج دولاب العرض الخاص بالقواقع الصحراوية . وعندما أتى الملاحظون لإصلاح هذا التلف وجدوا هذه القواقع تزحف حول المكان ، وقد دلت البيانات المدونة على أصدافها أنها جُمعت منذ حوالى عشرين سنة .

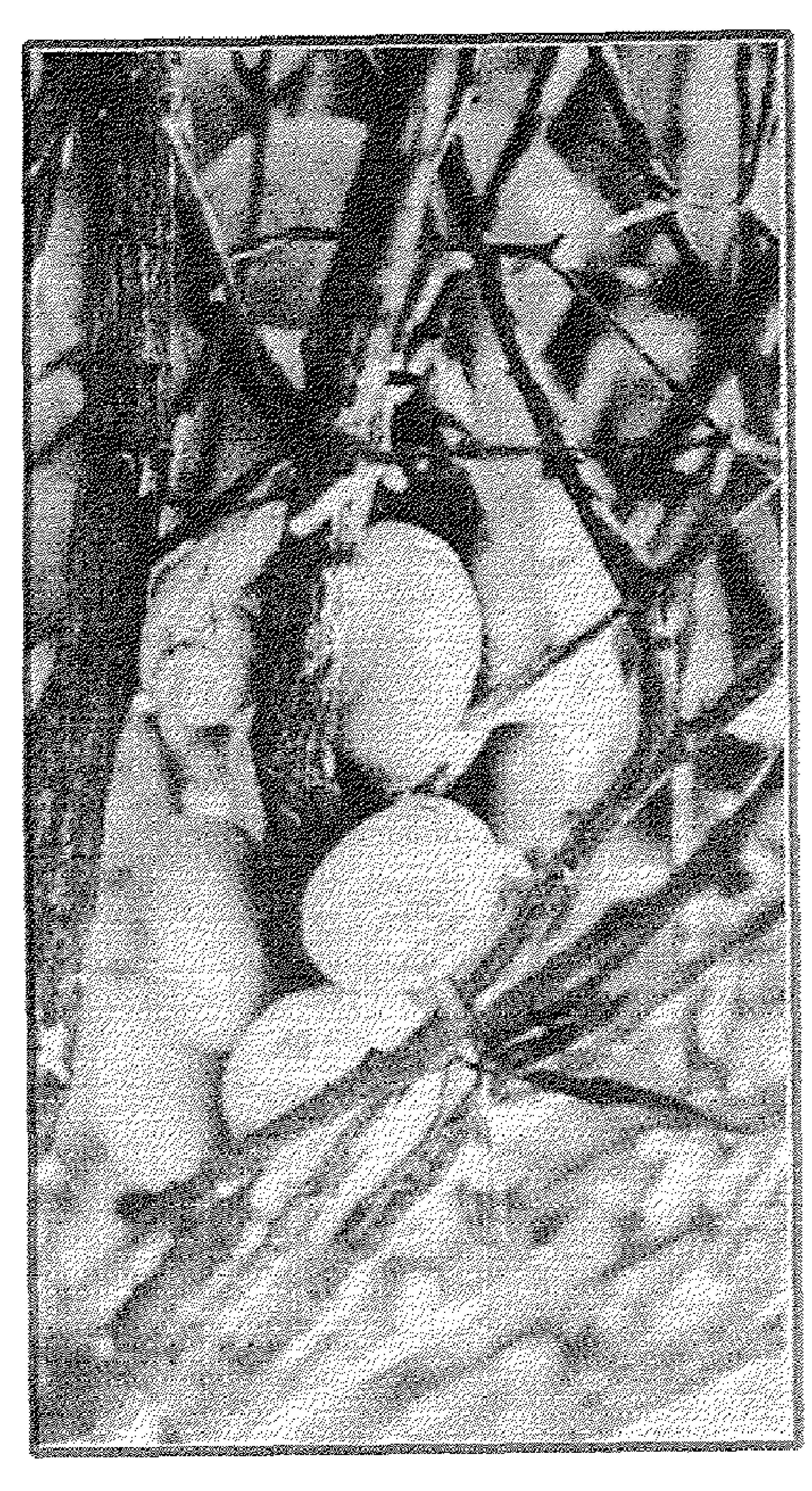
وتظهر القيمة الحيوية للماء للكائنات الحية أكثر وضوحا فى المناطق التى يقل فيها الماء بشدة . فالبرمائيات والقواقع لا يمكن أن توجد بوفرة فى المناطق الصحراوية ، فهى تنشط فقط حيث يوجد الماء .



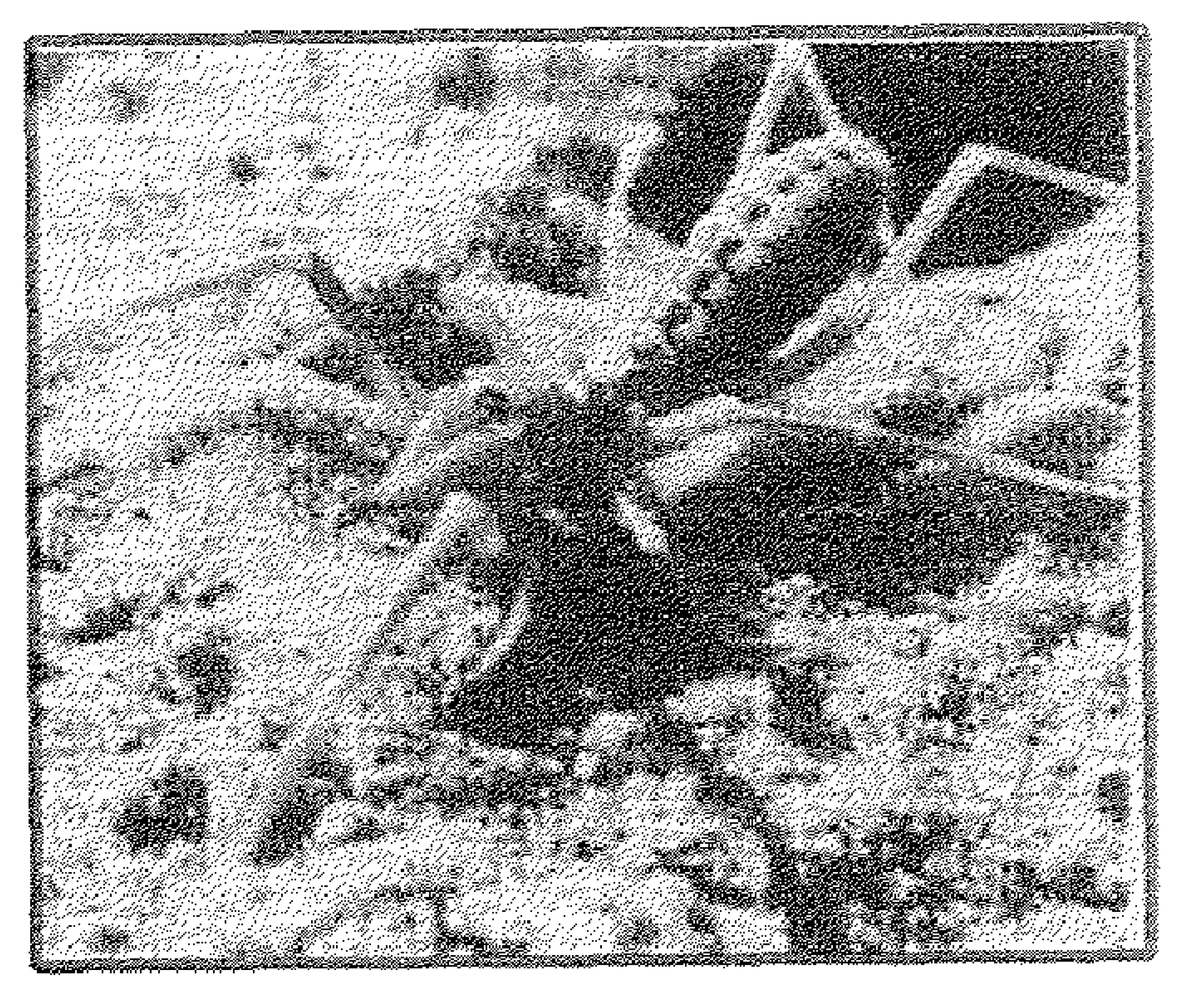
يعيش العنكبوت الذئب كبير الحجم فى الصحراء ، ويتغذى على الحيوانات المناسبة ، ولدغته خطيرة



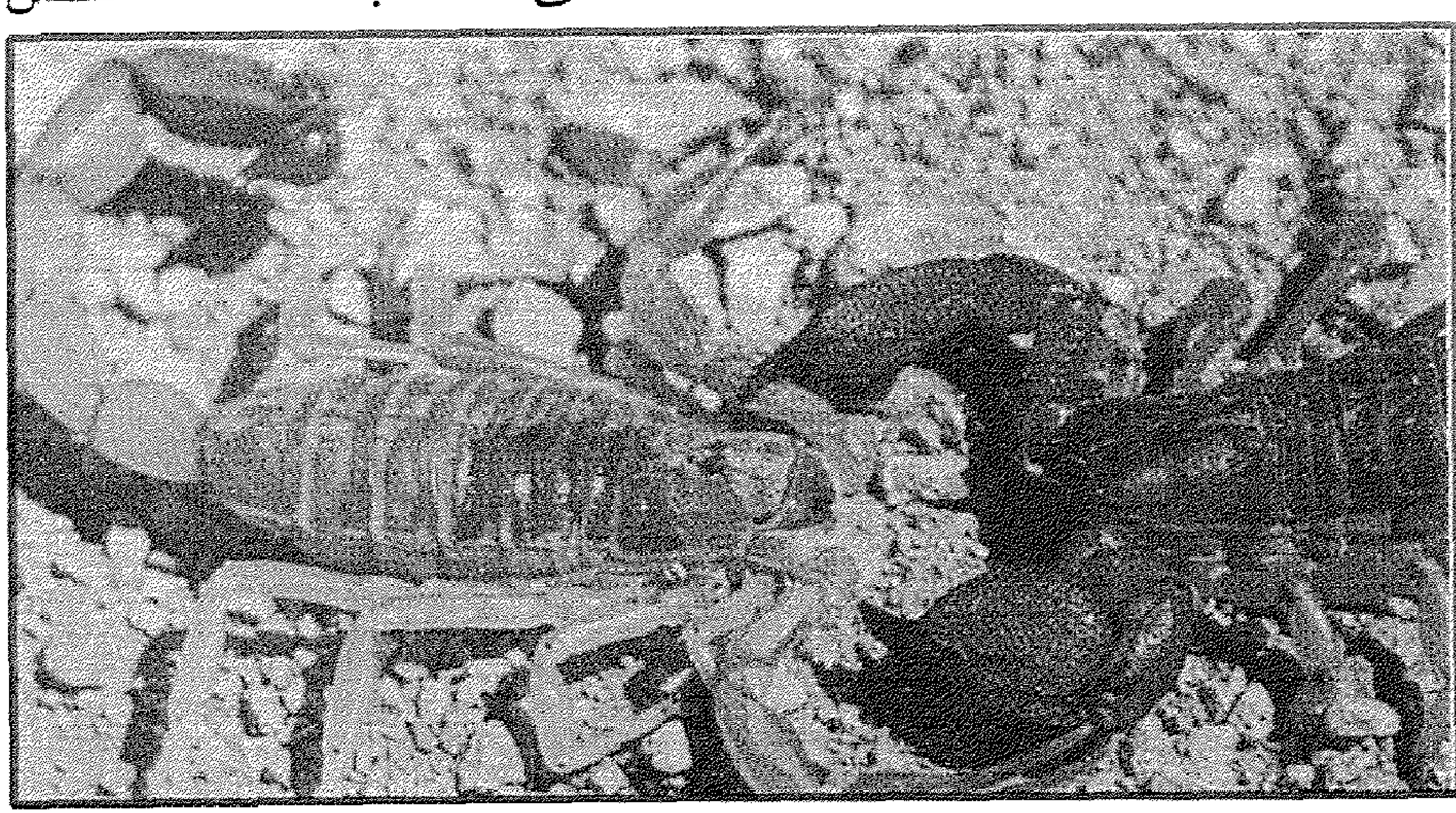
يدحرج جعران الروث كرة الروث الى الخلف، ثم يُدخلها في الرمال لتصبح غذاء ليرقاته فيما بعد



تتواجد فواقع الصحراء في حُزم متقاربة، وتساعد الاغصان الشوكية في حماية هذه الفواقع من الحيوانات المفترسة



لعنكبوت الراعي مخالب قوية قادرة على سحق الدروع الصلبة للخنافس



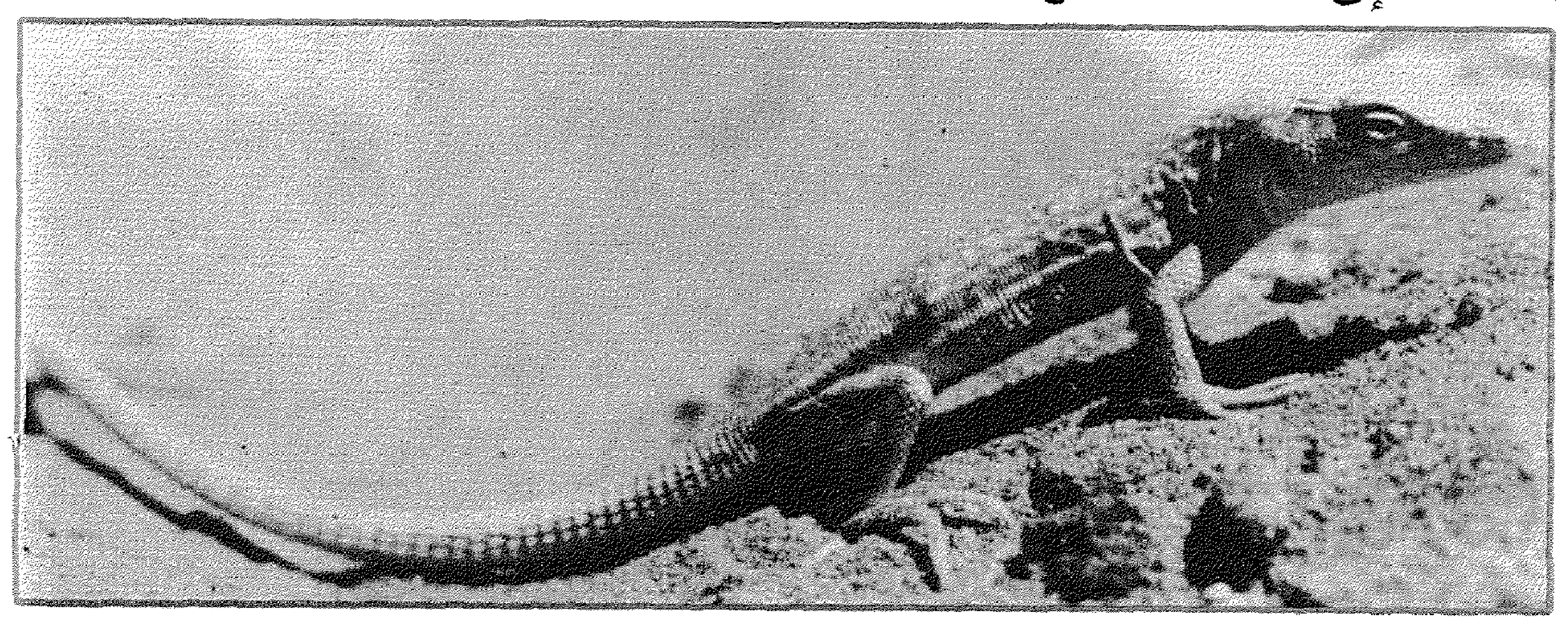
عندما يتقابل عقربان يتماسكان بواسطة مخالبهما، ويحاول كل منهما لدغ الآخر بزبانه.

ملاءمة الزواحف للحياة فى الصحراء

وتكون بعض الحيوانات الأخرى مثل الزواحف أكثر ملاءمة لتحمل الجفاف. فجلد الزواحف القرنى يحميها من الجفاف عن طريق البخر، كذلك حاجتها للماء قليلة للغاية بوجه عام. وتُعزى قلة حاجة الزواحف للماء إلى أنها لا تنظم درجة حرارة الجسم بواسطة خروج العرق منه.

والزواحف أيضا من ذوات الدم البارد، ويعنى ذلك أن درجة حرارة الجسم تحددها إلى حد بعيد درجة حرارة الوسط المحيط. ومن المستغرب أن درجة حرارة السحلية أثناء فترات النشاط تتغير بضع درجات قليلة، وذلك لأن الحيوان ينتفع باختلاف درجة الحرارة على سطح الأرض، ويتبع دائما درجة الحرارة المفضلة له باختياره للمكان والزمان المناسبين.

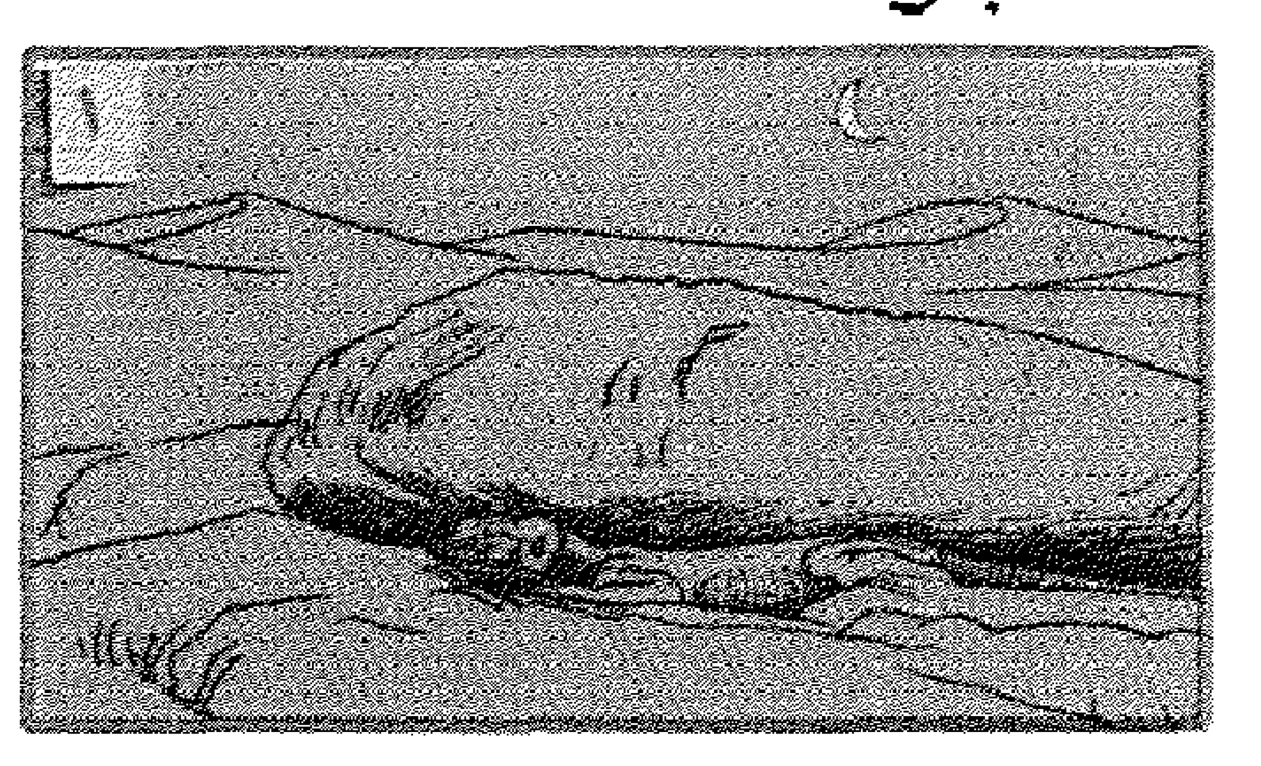
وتحصل الزواحف على الحرارة باتصالها مباشرة بالأرض وماتحتها، ولكن أهم من ذلك الإشعاع الحرارى من الشمس، وأيضا من الوسط المحيط. فعندما تخرج إحدى الزواحف من مخبئها الليلى ترقد على الأرض وتفرد جسمها لتعرضه لحرارة الشمس. وهى تتجول فقط فى الساعات الأولى من الصباح الرطب فى ضوء الشمس، وبعد ذلك فى النهار لا يمكنها تحمل حرارة الشمس، وعليها أن تجد مأوى ظليلا. وبعد الظهيرة تخرج الزواحف لتعرض جسمها ثانية لحرارة الشمس. وبذلك فالسحلية مثلا تنظم نشاطها بدقة تبعا لدرجة حرارة الوسط المحيط بها. فحتى الاختلاف البسيط فى درجة الحرارة يدفع الحيوان إلى الانتقال إلى مكان آخر.



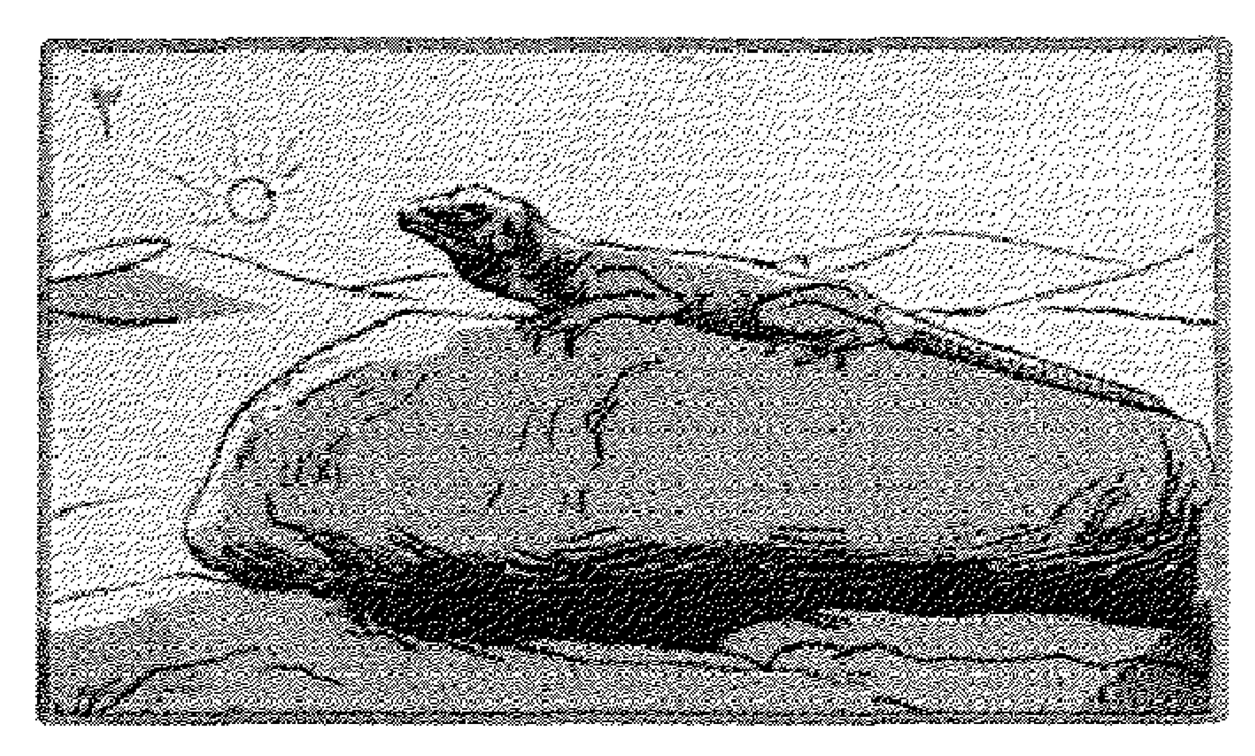
السحلية المهدّبة الأرجل شائعة جدًّا فى الصحراء.

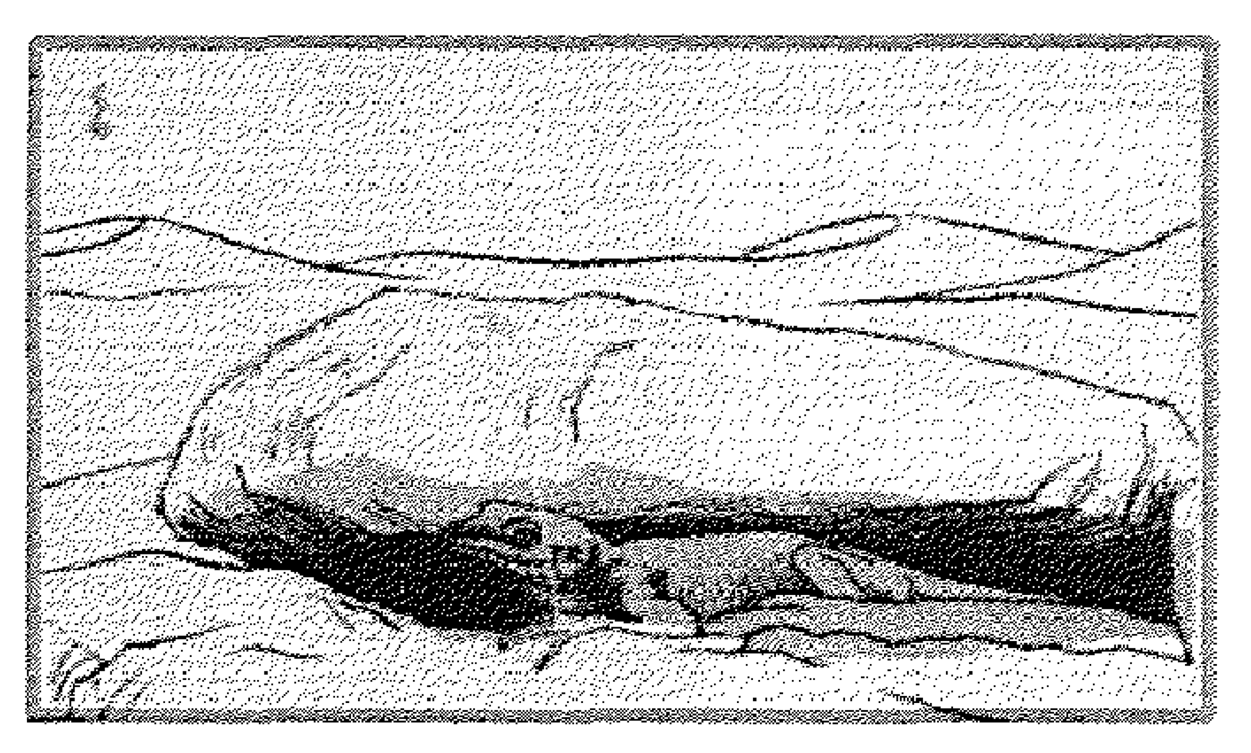
وقد دلت التجارب العلمية على أن الزواحف تُخرج الحرارة بدرجة أبطأ مرتين أو أكثر من امتصاصها لهذه الحرارة. ولقدرة الزواحف على الاحتفاظ بدرجة حرارة جسمها ثابتًا لحدٍّ كبير أهميته الحيوية الكبرى. ومن أمثلة هذه الأهمية ما يتعلق بوظيفة الهضم، فإذا لم يستطع الحيوان الاحتفاظ بدرجة حرارة جسمه المناسبة تتوقف وظيفة الهضم، وتتعفن محتويات المعدة مما يسبب ضررا للحيوان.

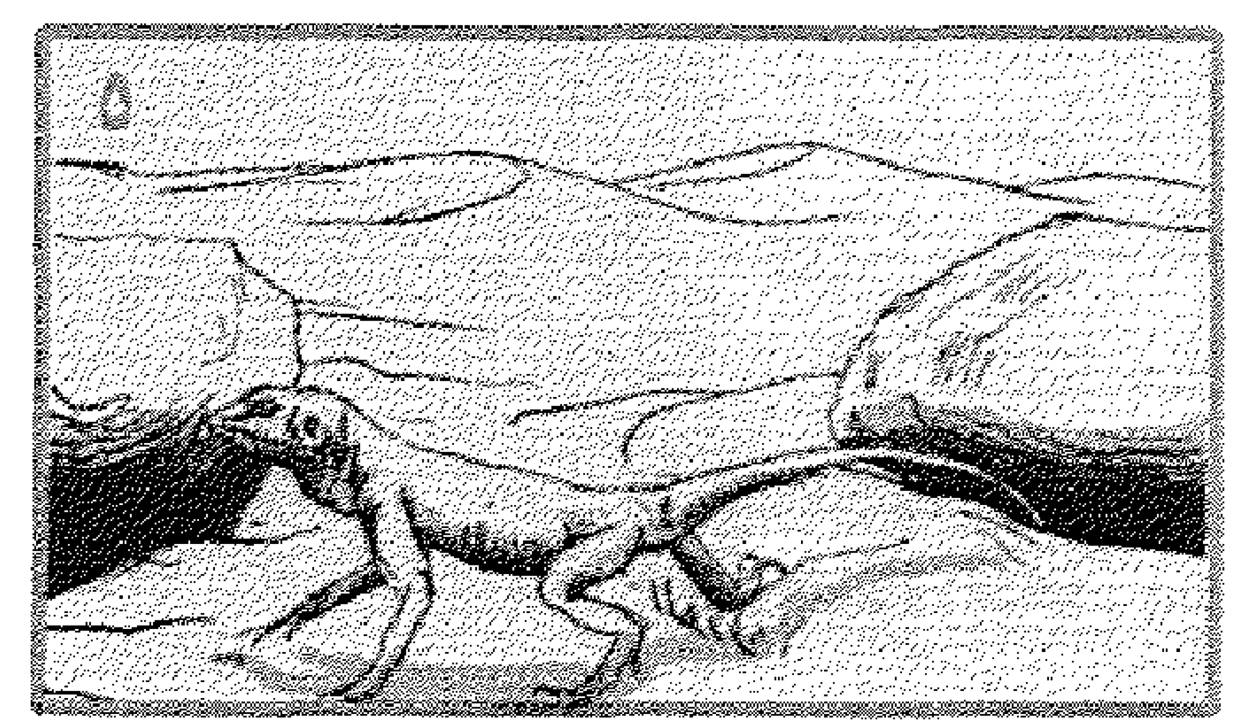
وكل نوع من الحيوانات له درجة حرارته الأكثر موافقة. ويُقصد بذلك مدى حرارى صغير يكون فيه الحيوان أكثر حيوية، ولذلك يكون مفضلا له دائما. وتفضّل معظم الزواحف درجة حرارة ٣٦°م - ٣٨°م، أما درجة حرارة ٤٠°م وما فوقها فتصيبها بضربة الشمس، بينما تموت عند درجة ٤٩°م. وبول الزواحف مركّز جدًّا، ولذلك تفقد القليل من الماء أثناء التبول.







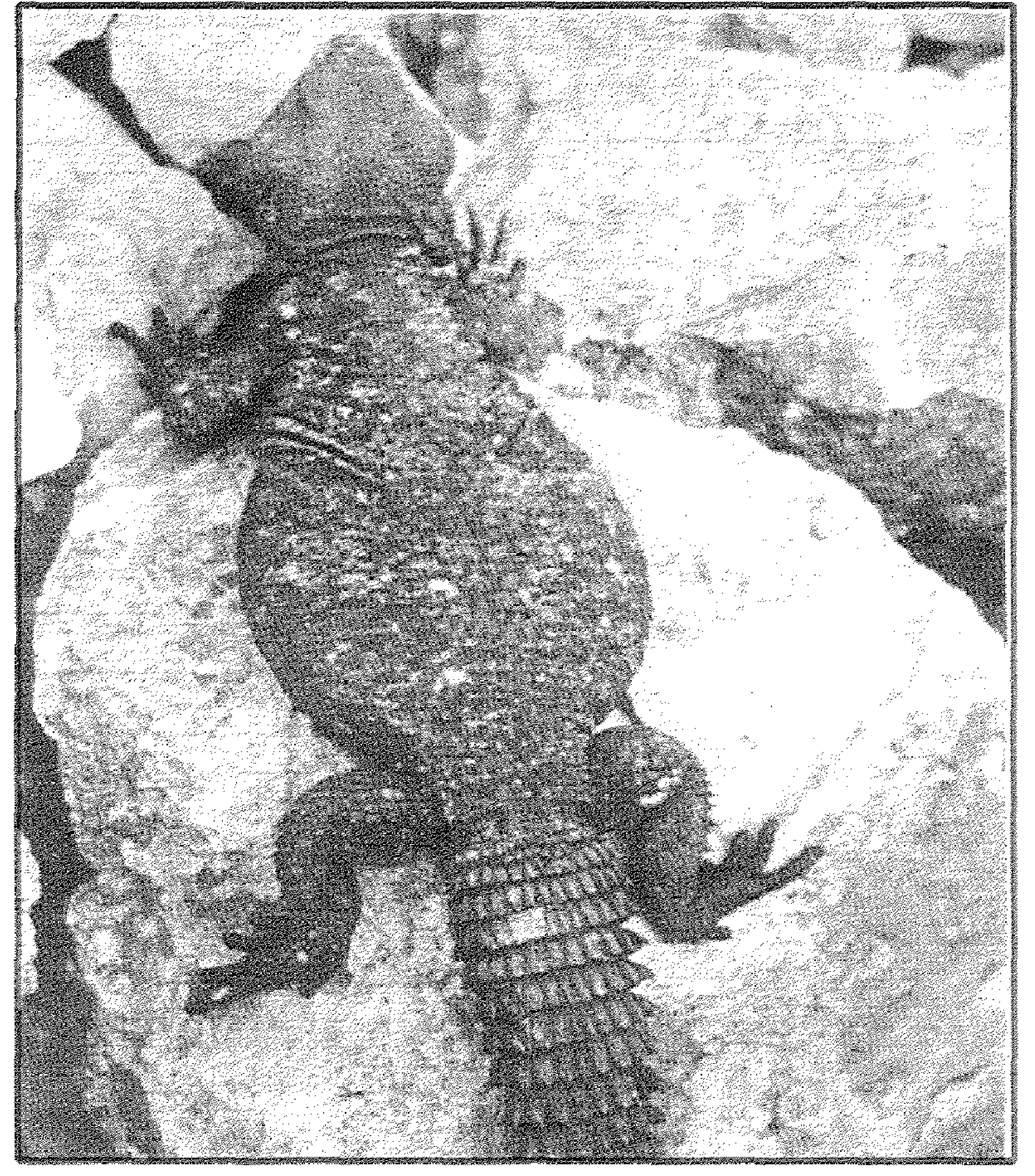




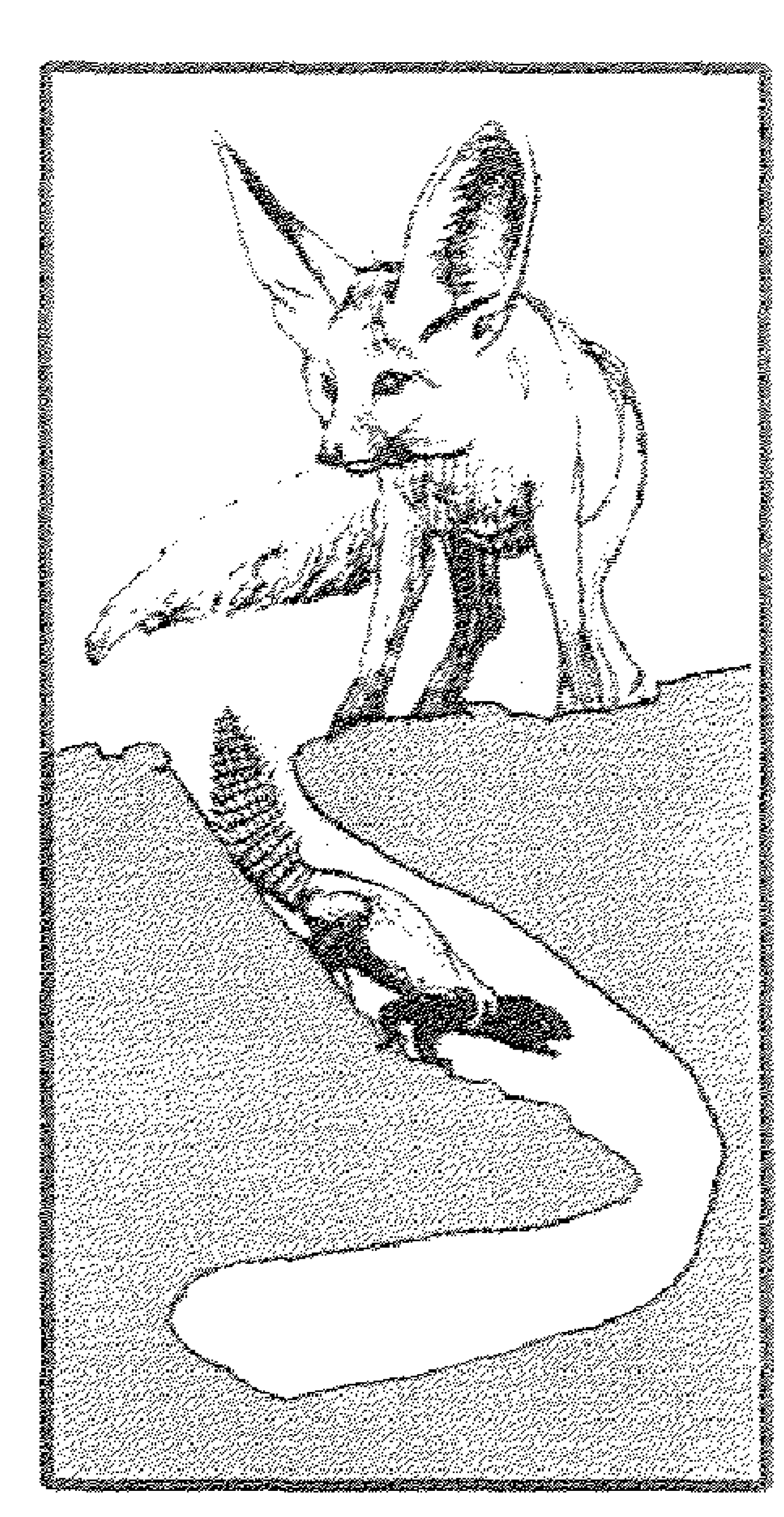
تنظم الزواحف درجة حرارة جسمها تبعا للوسط المحيط.

١ - تنام السحلية أثناء الليل تحت صخرة تم تدفئتها بواسطة الشمس أثناء النهار.
٢ - تظهر السحلية في الصباح وتدع جسمها بأكمله يدفأ بحرارة الشمس.
٣ - في الصباح المبكر، وقبل الظهيرة تتجول السحلية في حرارة الشمس.
٤ - وأثناء مرور النهار تبحث السحلية عن مأوى ظليل.
٥ - وبعد الظهيرة تخرج السحلية ثانية إلى حرارة الشمس.

٤٦



يعيش الضب فى المناطق الصخرية فى الصحراء ، وهو حيوان آكل نباتات ، ويدافع عن نفسه بواسطة ذيله الشوكى ، وكثيرا مايصطاده الفنك ليتغذى به .



وتقوم الزواحف بدور هام فى التنظيم البيئى الصحراوى ، إذ تمثل أجزاءً من السلاسل الغذائية كمستهلكات من الدرجة الأولى والثانية .

وفى كل من الزواحف والثدييات يعتبر الاختفاء تحت سطح الأرض أهم وسائل الوقاية من حرارة الشمس . وقد تمت فى صحراء موهيف بكاليفورنيا دراسة مواصفات الأرض لتصبح طبقة عازلة للحرارة . فعندما تصل درجة حرارة سطح الأرض إلى ٥٦°م يحتفظ النفق على عمق ٤٨ سم بدرجة حرارة ١٧°م . وفى مثل هذا النفق تكون رطوبة الهواء مرتفعة كثيرا عنها على سطح الأرض ، وذلك لأن بخار الماء لايمكنه التسرب بسهولة إلى أعلى .

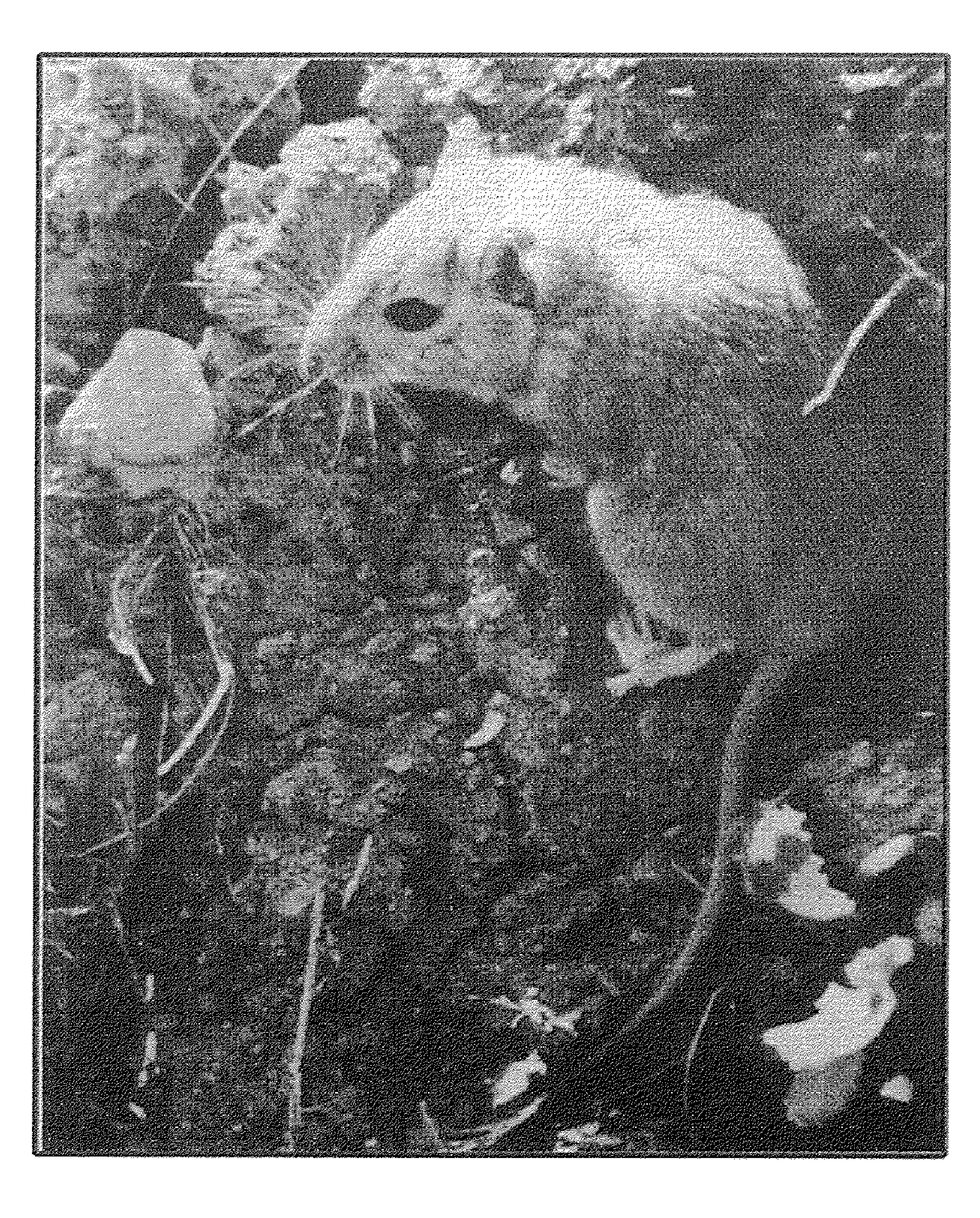
ونادرا ماتكون الحيوانات الصحراوية أكبر مما يسمح لها بالاختباء تحت سطح الأرض أثناء ارتفاع درجة الحرارة كثيرًا أثناء النهار .

ملاءمة الثدييات للحياة فى الصحراء

وتمثل القوارض الصغيرة ثدييات الصحراء الشائعة ، وهى تعيش على أجزاء النباتات . وعندما تسقط بذور النباتات الحولية على الأرض تجمعها القوارض وتحفظها فى مخازن خاصة لتؤمِّن غذاءها إلى موسم النمو التالى .

ومن المعروف أن بذور هذه النباتات لها قيمة غذائية عالية .

وتتغلب القوارض الصغيرة على مشكلة الماء فى الصحراء بنفس الطريقة التى تتم بواسطة الزواحف . فكما فى حالة الزواحف ، لاتوجد بالقوارض أى غدد عرقية ، ولذلك لاتستخدم الماء فى تنظيم درجة حرارتها . وكثير من القوارض لاتقرب الماء إطلاقًا ، وتحصل على الماء اللازم لها من المحتوى المائى للنباتات التى تتغذى

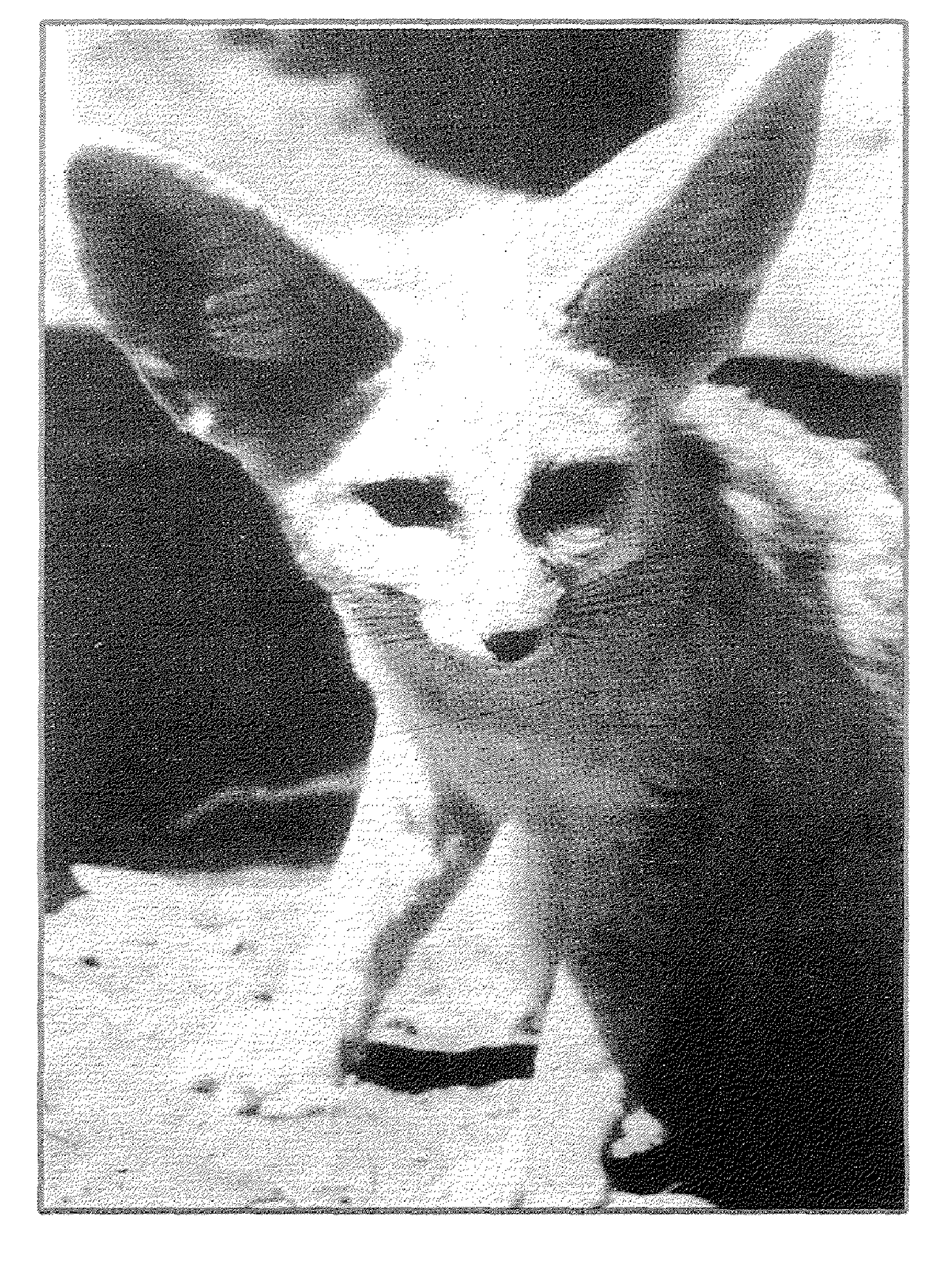


تنشط القوارض الصحراوية الصغيرة أثناء الليل .

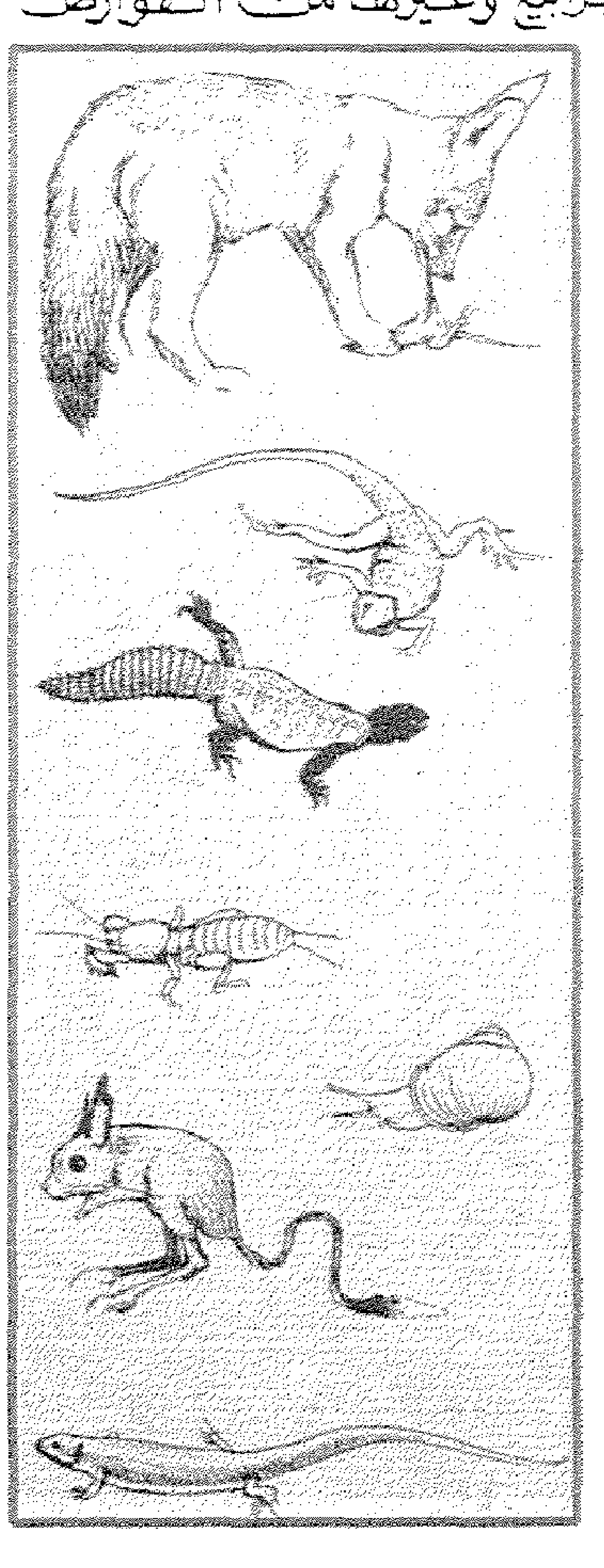
عليها. كذلك ينطلق الماء في عملية احتراق السكر والدهن في الجسم. وقد أظهرت الأبحاث الحديثة أن الماء الناتج من التمثيل الغذائي يقوم بدور هام في توفير الماء للحيوانات الصحراوية.

ويحتوي جسم كثير من القوارض على حوالي ٦٥٪ من وزنها ماء، وذلك يجعلها محببة جدا للحيوانات آكلة اللحوم، ليس فقط لقيمتها الغذائية، ولكن لمحتواها المائي الكبير.

ويضم التنظيم البيئي الصحراوي عددًا من الحيوانات آكلة اللحوم مثل الفنك الذي يتغذى أساسًا على القوارض الصغيرة والقوافع الصحراوية، ويقوم بصيدها ليلا. وتشمل الحيوانات الصحراوية آكلة اللحوم أيضا بعض الثعابين والحيات والزواحف الأخرى.



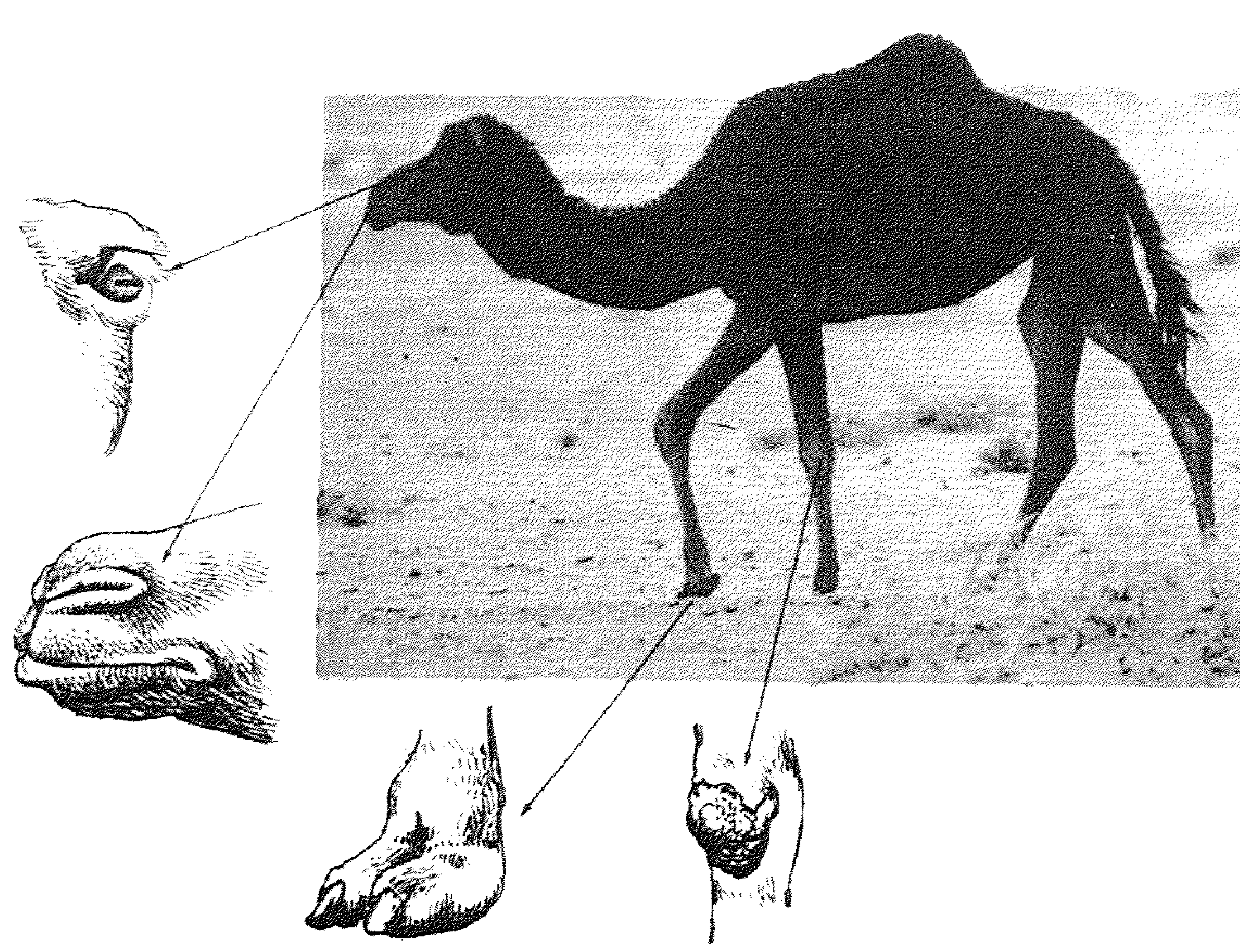
يتغذى الفنك على السحالي الصغيرة، والضب، والقوافع، والحشرات، والجرابيع وغيرها من القوارض.



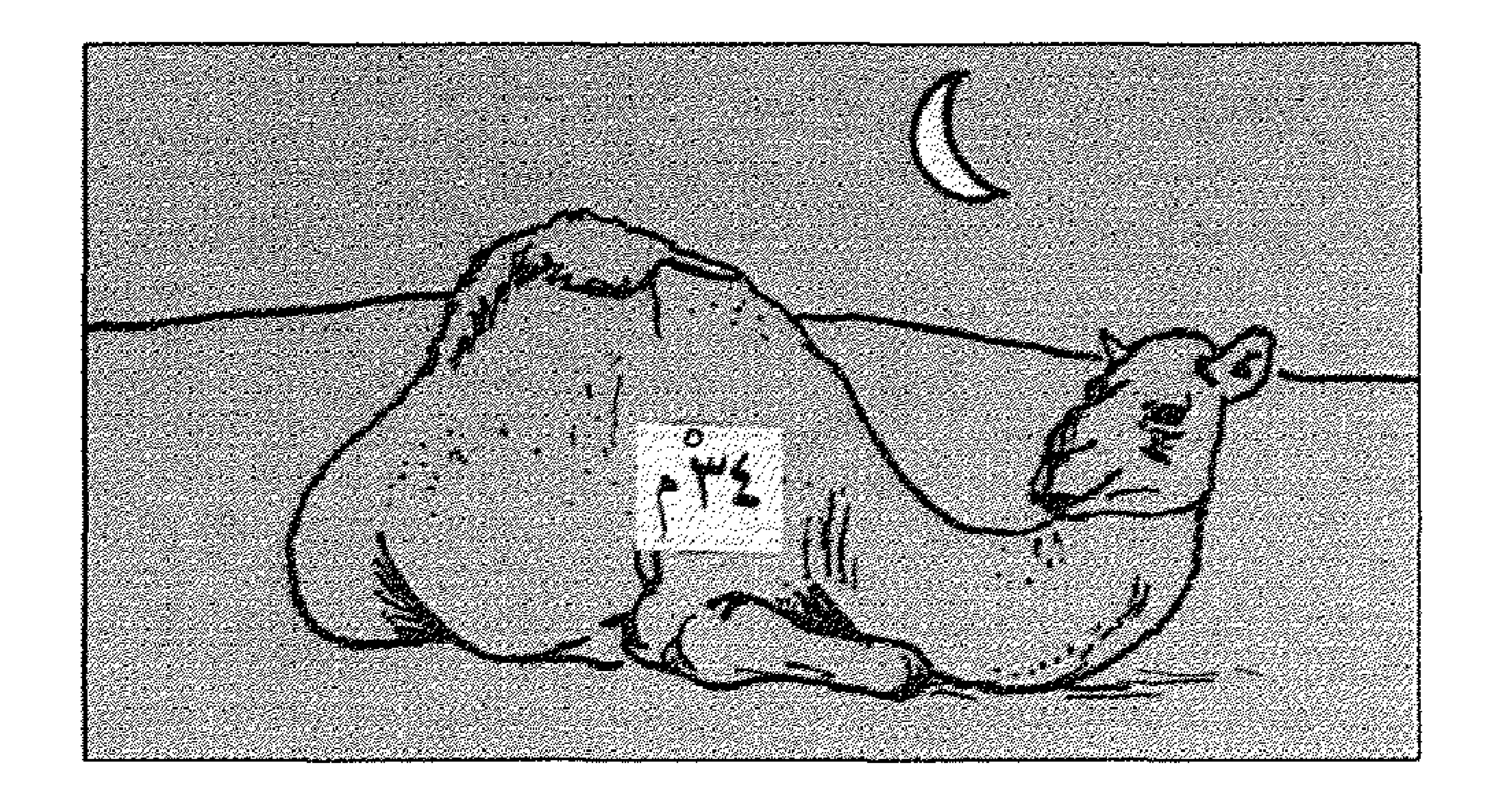
الملاءمات الخاصة بالجمل العربي لحياة الصحراء

لايوجد الجمل العربي على صورة برية فى الصحراء الكبرى ، وقد دخل إليها مع البدو الرُّحَّل من صحراء أواسط آسيا . وهذا الجمل مهيَّأ لحياة الصحراء لدرجة كبيرة تستحق الاهتمام الشديد .

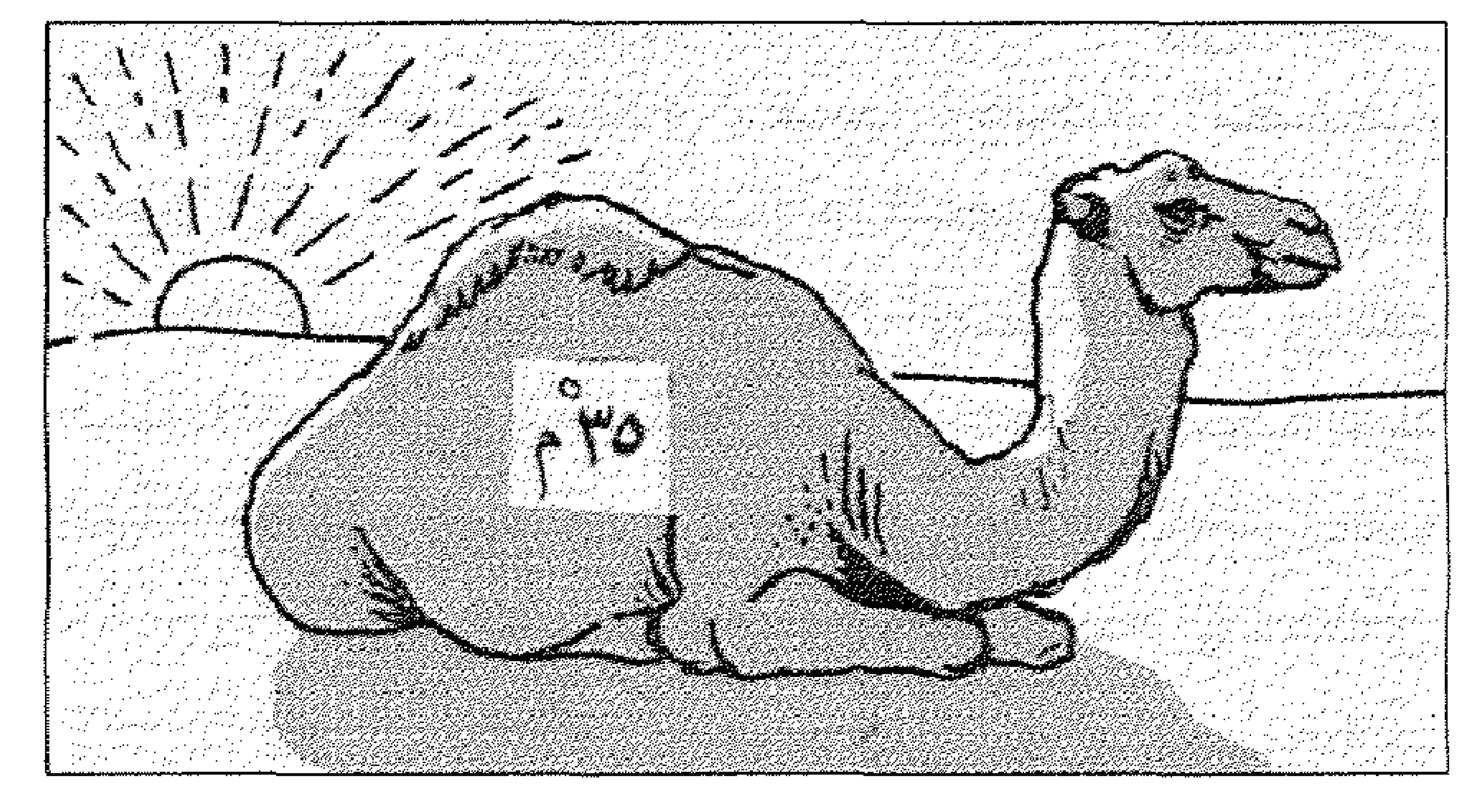
وإذا صادفت الثدييات درجة حرارة عالية فى الجو الجاف يبدأ الماء فى الخروج من أجسادها عن طريق البخر ، وبذلك تظل درجة حرارتها ثابتة . وإذا لم يعوض الماء المفقود بغيره يزداد تركيز الدم ، مما يجهد القلب ويقلل من قدرته على دفع الدم إلى جميع أجزاء الجسم بكفاءة ، كما يؤدى ذلك إلى اضطراب التوازن الملحى فى الجسم . وتتجنب الثدييات الصغيرة هذه الصعاب باختفائها تحت سطح الأرض . أما الجمل العربى فيتصرف إزاء هذه الظروف بطريقة أخرى ، فهو يستطيع - مثل بقية الثدييات - مد الدم ببعض الماء من أنسجة الجسم ، وبذلك تبقى كمية الدم ثابتة لمدة طويلة . ومن المهم جدا للجمل العربى أن يتجنب فقدان الماء بعدم إخراجه للعرق، ويتم ذلك بقدرته على تقبل تغيرات أكثر فى حرارة الجسم مما تتقبلها الثدييات الأخرى . وفى أثناء الليل تنخفض



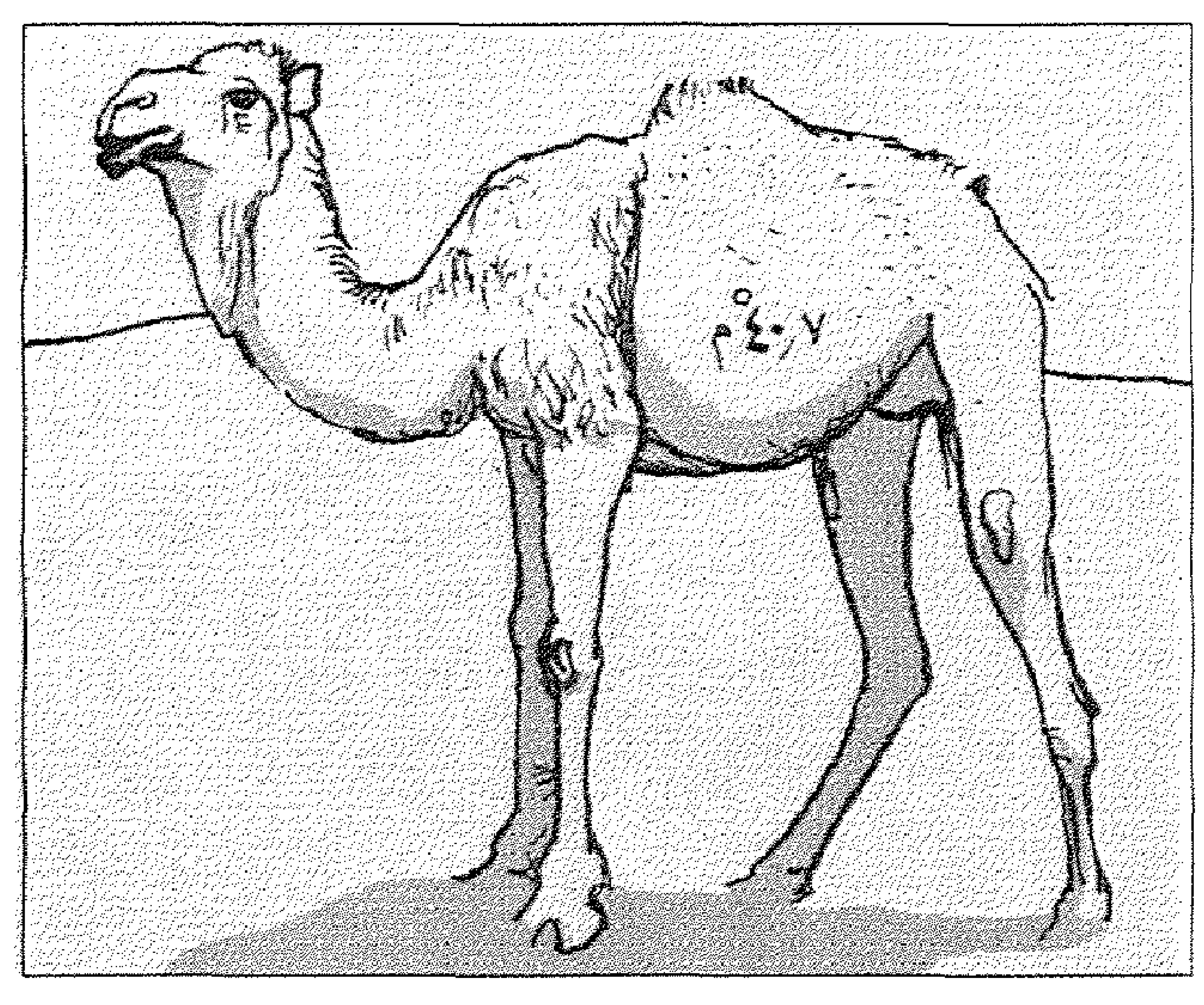
يتميز الجمل العربى بجفون عينيه السميكة ، كذلك له القدرة على إغلاق فُتحتى الأنف . وترتكز أرجل الجمل العربى على وسائد غليظة ، كما تحمى منطقة الركبة وسادة قرنية صلبة .



تنخفض درجة حرارة الجمل العربي أثناء الليل



وفي النهار ترتفع درجة حرارة الجمل العربي



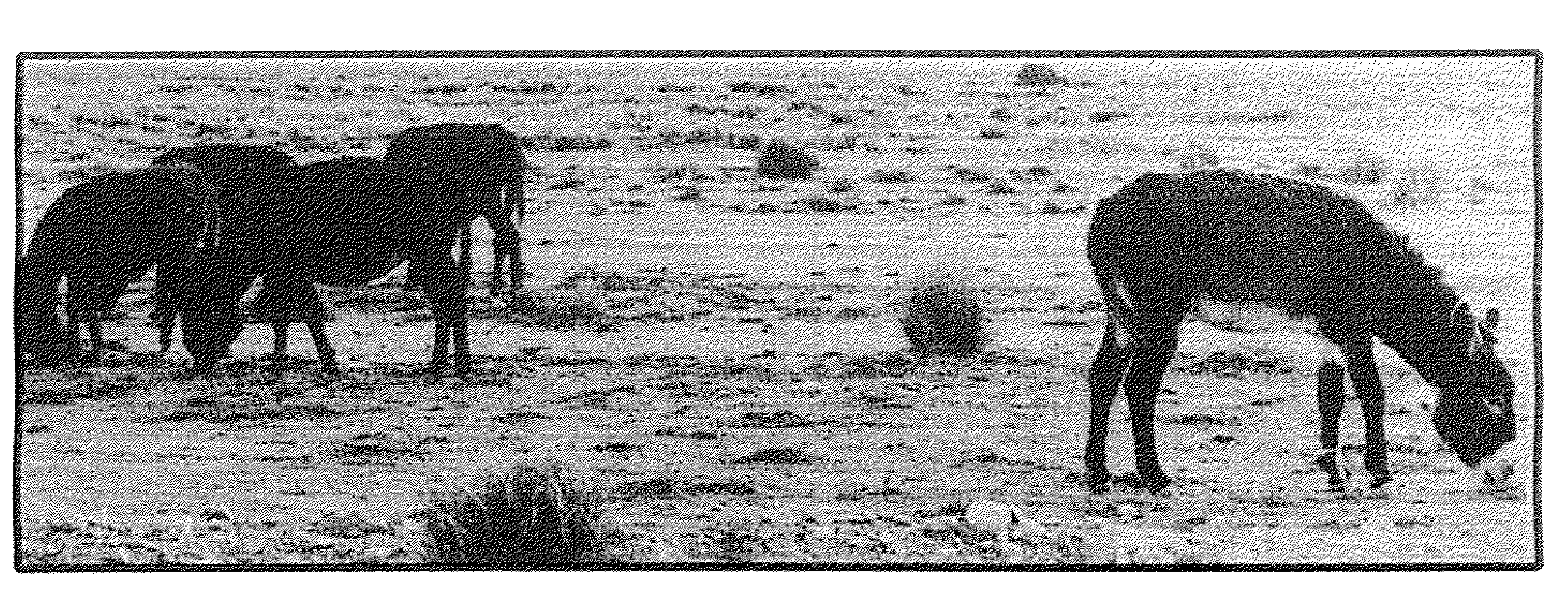
ولا ترتفع درجة حرارة الجمل العربي لأعلى من ٤٠٫٧°م حتى بعد الظهيرة ، ثم يبدأ الجمل بعد ذلك في إخراج العرق

درجة حرارة جسم الجمل العربي إلى ٣٤°م ، وعندما ترتفع درجة الحرارة في الصباح لا يبدأ الجمل في إخراج العرق ، إذ يستخدم ارتفاع درجة الحرارة في تسخين الجسم إلى أن يصل إلى درجة حرارته العادية . وبعد الظهيرة تصل درجة حرارة الجسم إلى ٤٠.٧°م ، ولا يبدأ الجمل في إخراج العرق قبل أن تصل درجة حرارة جسمه إلى هذه الدرجة . وفي الليل تُفقد الحرارة المخزونة - وذلك دون فقدان الجمل العربي لأي كمية من الماء . كذلك بول هذا الجمل مركّز جدًا ، وبذلك يفقد قليلا من الماء أثناء التبول .

وبالطبع لا يستطيع الجمل العربي الحياة بدون ماء ، ولكن ملاءمته المختلفة للحياة في الصحراء يعطيه الفرصة لادخار المتاح من الماء . وفي أثناء الشتاء يستطيع هذا الجمل المعيشة بدون ماء لعدة شهور ، ويرجع ذلك إلى الدور الذي يقوم به الماء الناتج من التمثيل الغذائي . ويستخدم الجمل العربي سنامه وكذلك نسيجه الدهني كمخزن يمُدُّه بالطاقة ، وفي مقدور هذا الحيوان تقبل نقص في وزنه يصل إلى حوالي ٣٠٪ وتختلف الظروف في فصل الصيف ، فالحرارة الشديدة تجعل شرب الجمل العربي للماء هامًا جدًا حتى يستطيع تنظيم درجة حرارة جسمه ، ولذلك يجب حصوله على مقدار كبير من الماء . ولهذا الجمل قدرة كبيرة جدا على شرب الماء ، فهو يستطيع شرب مائة لتر من الماء في حوالي عشر دقائق دون أن يصاب بأي أذىً ، وهو ما يصل إلى ٢٠٪ من وزن جسمه .

من الصحراء إلى منطقة المراعي

وعندما نتجه إلى جنوب الصحراء ، تتحول الصحراء الرملية والصخرية تدريجيا إلى صحراء مستوية تحتوي على شجيرات . ومن الغريب أن هذه المنطقة نصف الصحراوية في شمال أفريقيا يسود فيها أنواع محدودة من النباتات ، فبعض الأماكن لا يوجد بها سوى الشيح ، وفي الأماكن الأخرى يسود فيها نوع من الأعشاب يعرف بالحلفا .

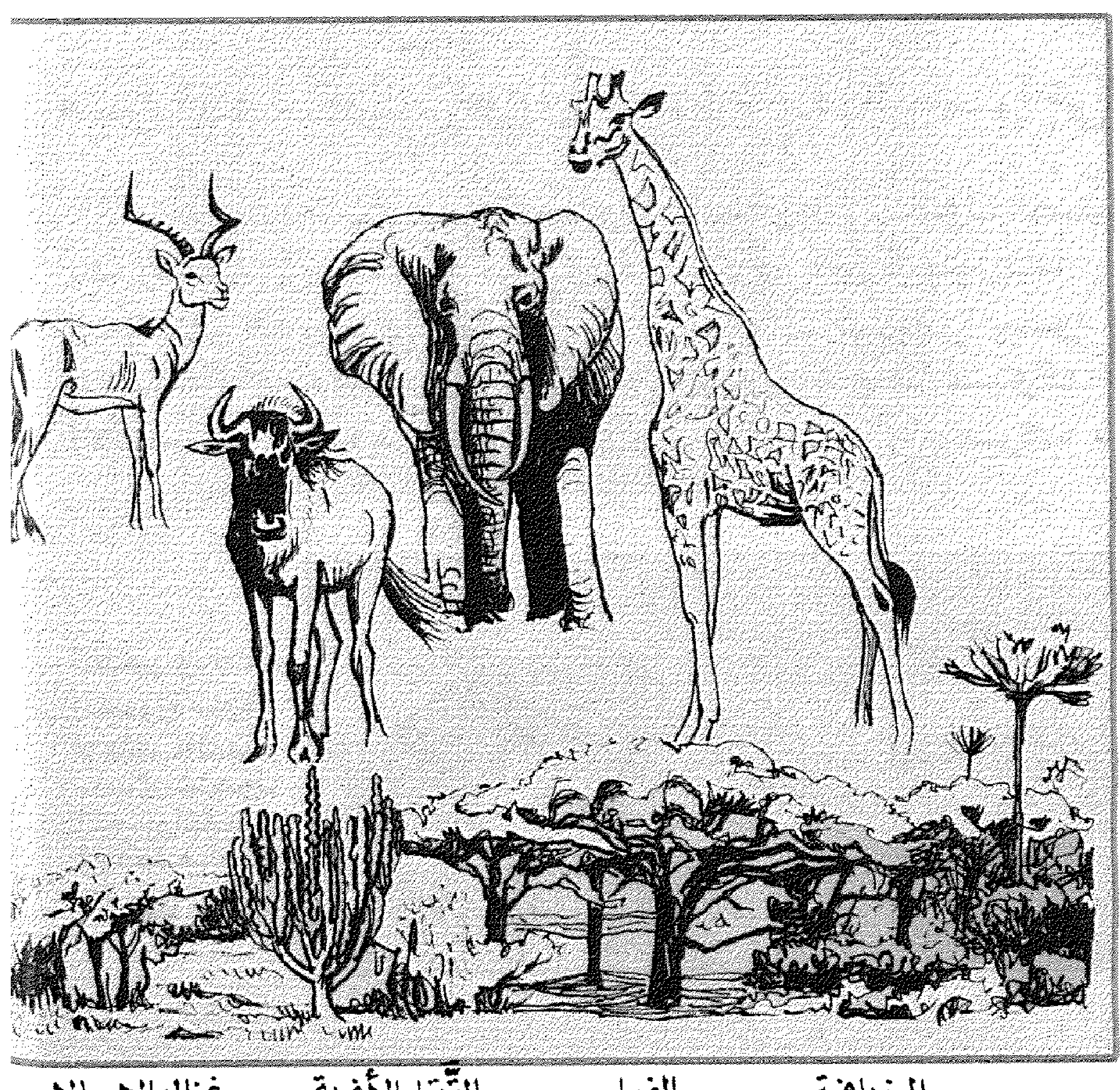


تظهر في هذه الصورة منطقة لأعشاب الحلفا حيث تتجول الحمير الشاردة في قطعان صغيرة

وفي المناطق الجافة في أمريكا الشمالية توجد أيضا نباتات قليلة، ولكنها تختلف كثيرا في أنواعها. وربما يرجع ذلك إلى أن المنطقة نصف الصحراوية في أمريكا الشمالية أحدث بكثير من مثيلتها في أفريقيا حيث تمكنت أنواع محدودة من النباتات من التغلب على النباتات الأخرى وفرض السيادة على المنطقة.

وعندما نتجه جنوبًا تتغير طبيعة المنطقة وحياة حيواناتها تدريجيًّا. ففي منطقة المراعي حيث توجد الشجيرات نجد عددا قليلا من الظِّباء الكبيرة التي لاتتحمل المعيشة في الصحراء. كذلك توجد في هذه المنطقة أعداد كبيرة نسبيًّا من الطيور، وهي قليلة جدا في الصحراء. وإلى الجنوب أكثر حيث تكثر الأمطار وتزداد تبعا لذلك كمية النباتات وتكاد تغطي الأرض جميعها. وتوجد أيضا بعض الشجيرات الكبيرة، وبعض أشجار السنط وغيرها.

وبذلك يتضح أن المنظر الطبيعي، وحياة النباتات والحيوانات في منطقة المراعي تختلف كثيرًا عنها في

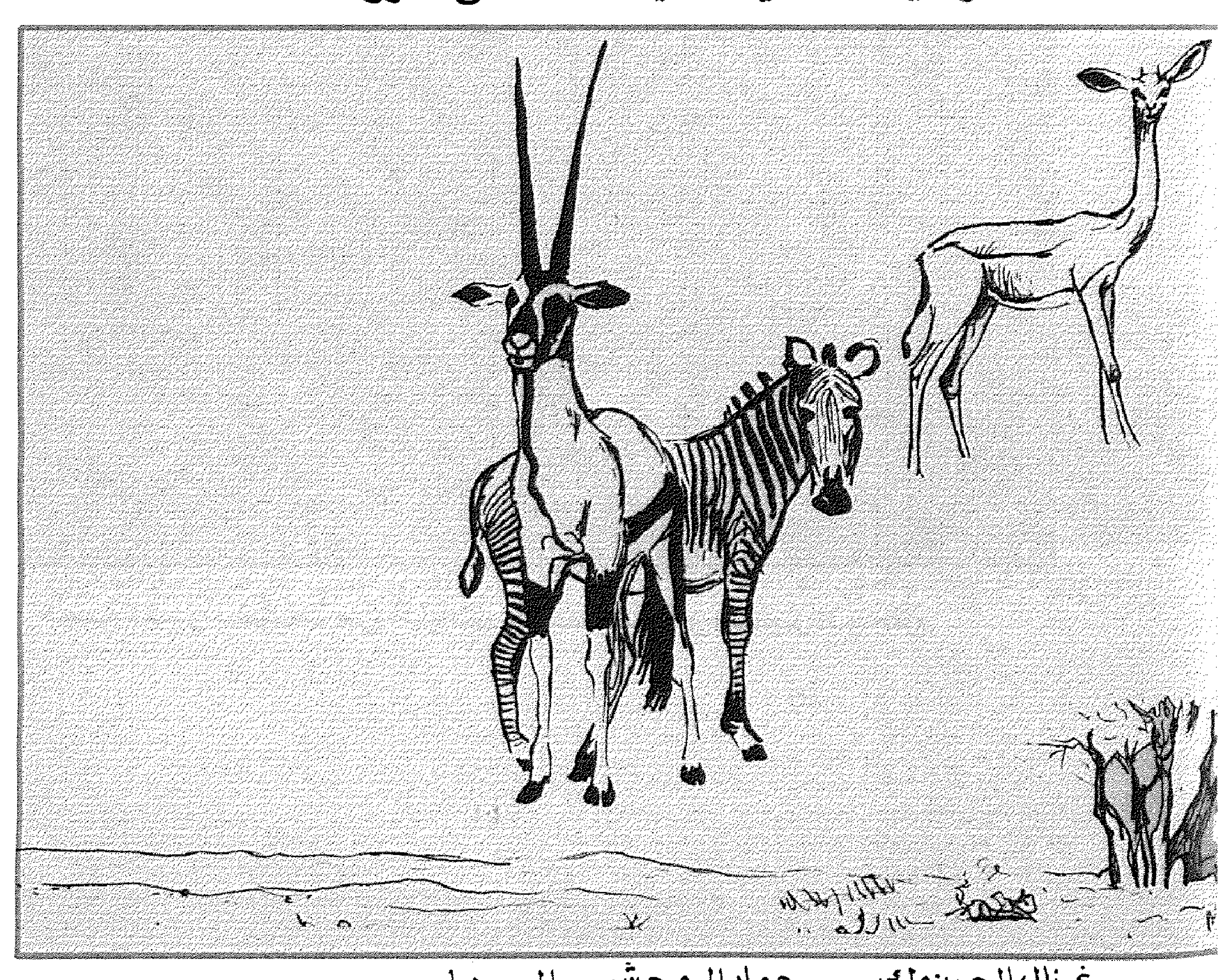


لكل من الحيوانات آكلة النباتات في منطقة المراعي مكانه المناسب لحياته، والذي يفضله على غيره، ويظهر في هذا الشكل بعض الحيوانات ومواقعها المفضلة.

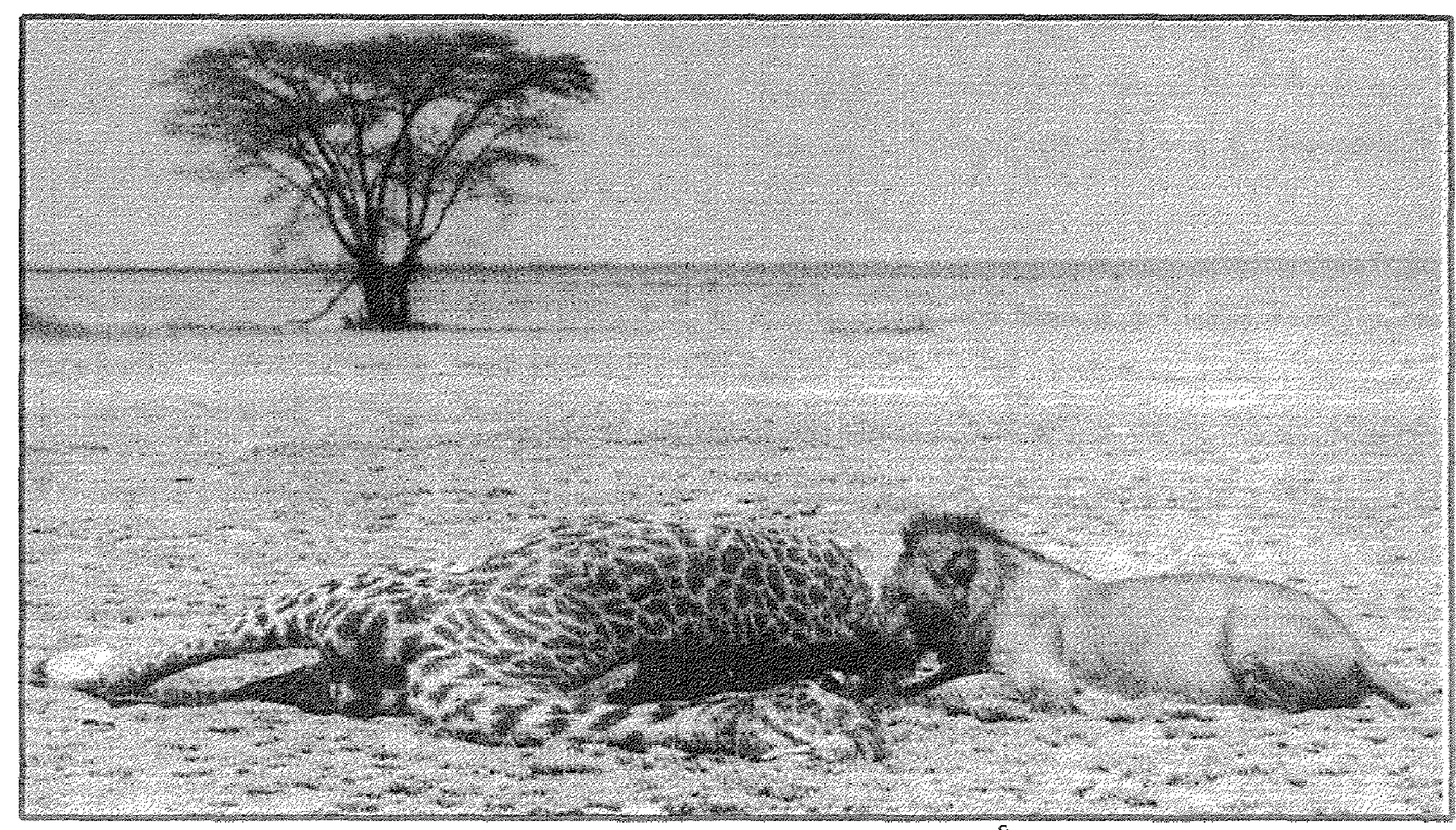
الصحراء . حقا إن الأمطار فى منطقة المراعى تسقط فى فترة واحدة كل سنة ، بينما تبقى هذه المنطقة جافة بقية السنة ، ولكن كمية الأمطار أكبر بكثير جدًا منها فى الصحراء - والنباتات أكثر كثافة وانتشارا .

وتتحول منطقة الصحراء ، والمنطقة نصف الصحراوية الواحدة إلى الأخرى بالتدريج ، ولكن كل منهما على حدة تختلف عن الأخرى ، ويرجع ذلك فقط إلى سقوط الأمطار . فسقوط الأمطار الكثيرة يعنى كثرة الإنتاج الأولى ، وذلك يعطى إمكانية أكثر لحياة حيوانات كثيرة من آكلة النباتات ، وتبعًا لذلك تتزايد الحيوانات آكلة اللحوم .

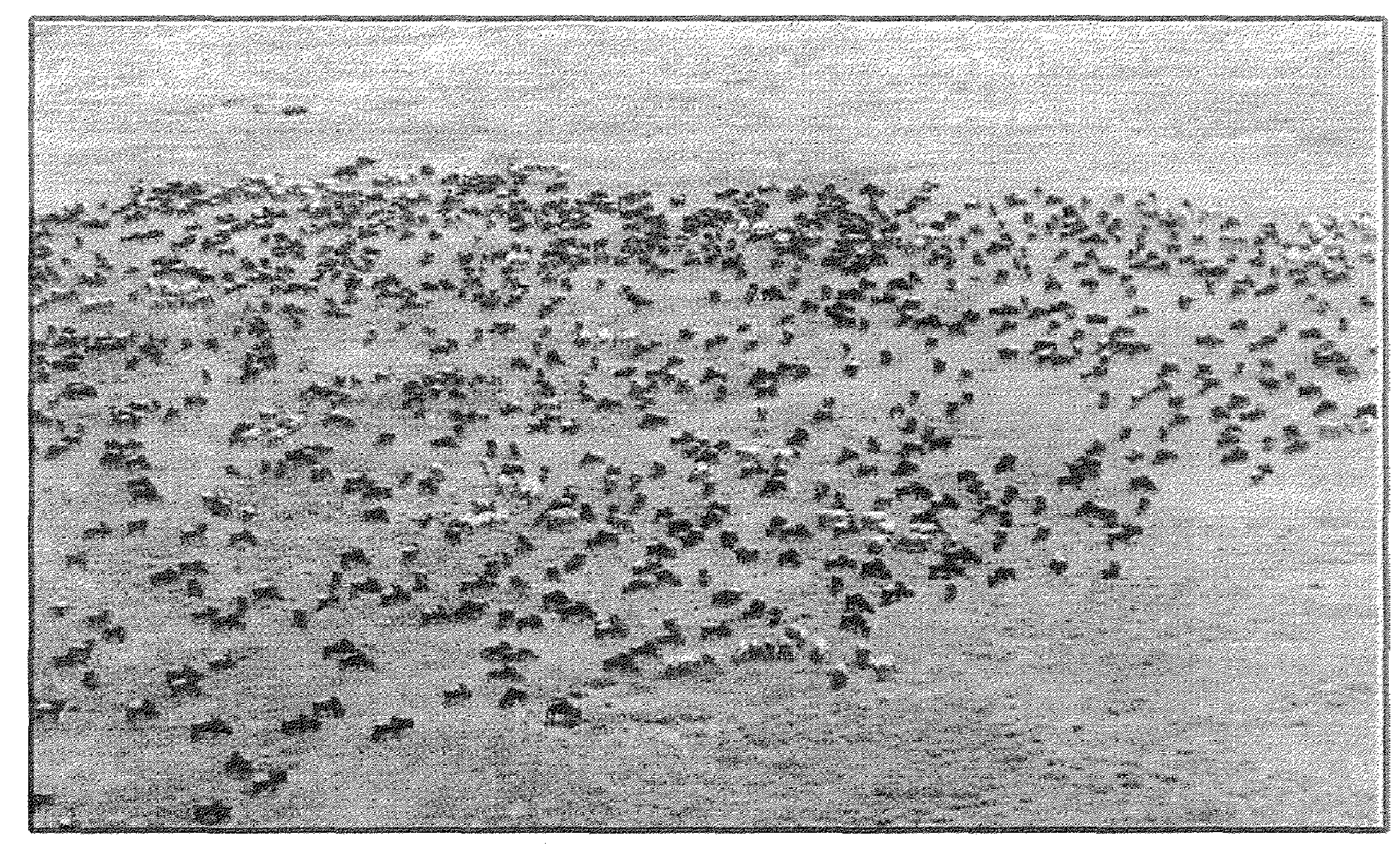
وتشتهر منطقة المراعى بوفرة حيواناتها التى كيَّفت نفسها للعيش فيها منذ ملايين السنين . وتوجد أنواع كثيرة من هذه الحيوانات ، ولكل منها طريقة حياته الخاصة ، ومكانه المختار الذى يفضله على غيره . فمثلا يتغذى الفيل على قُلف الأشجار وفروعها ، وتأكل الزرافة من قمم فروع السنط - حيث لا يستطيع ذلك غيرها ، أما الخرتيت فيتجول بين الشجيرات الشوكية الكثيفة ليتغذى على فروعها .



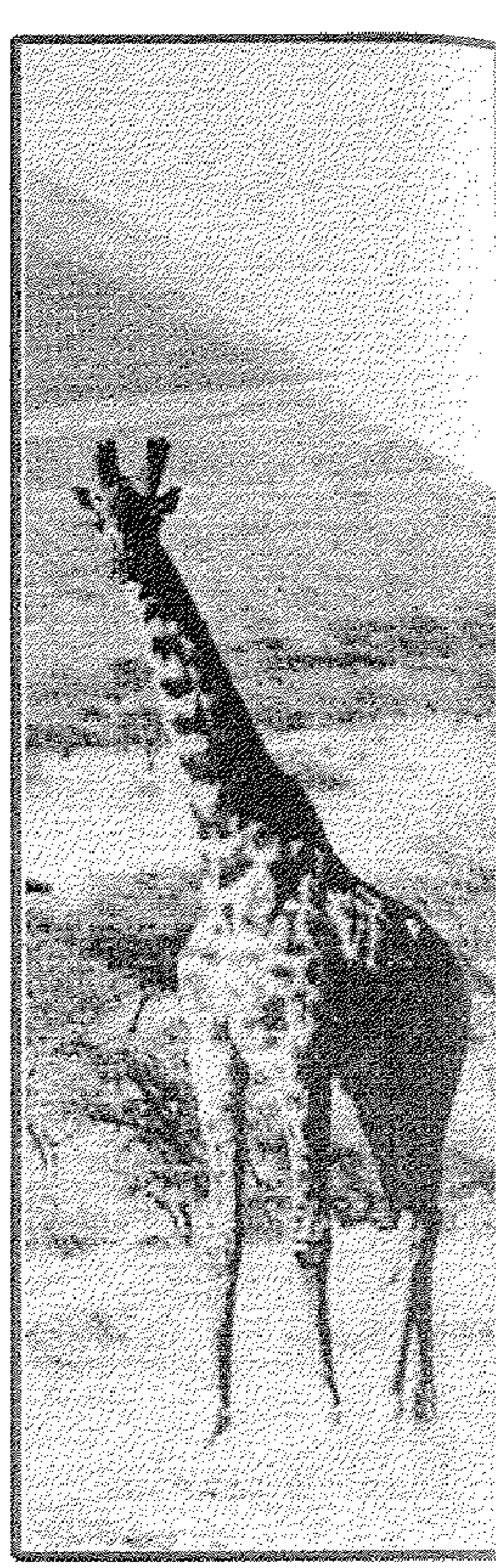
غزال الجرنوك حمار الوحش المها



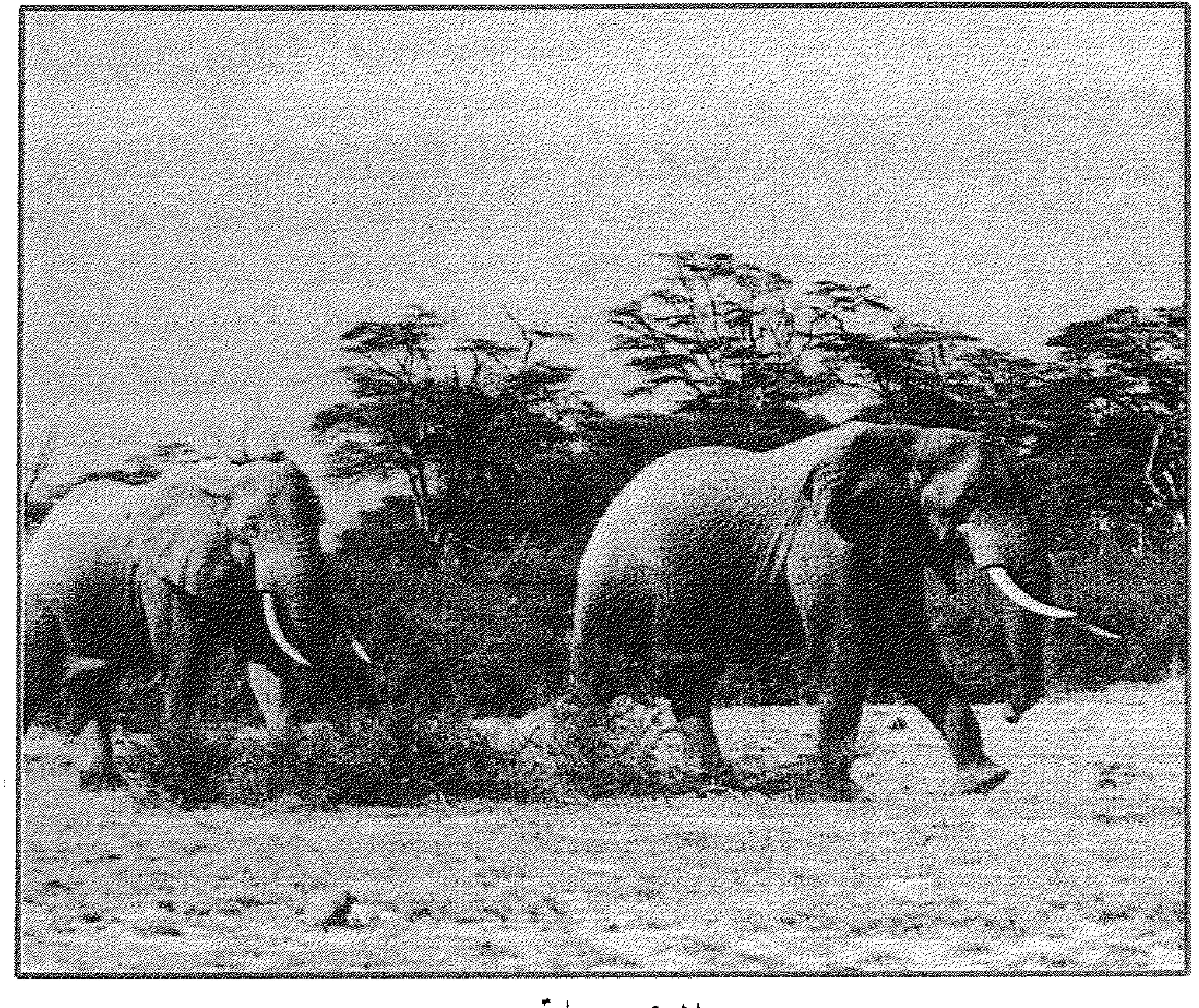
أســـد يتغـذى عــلى زرافــة



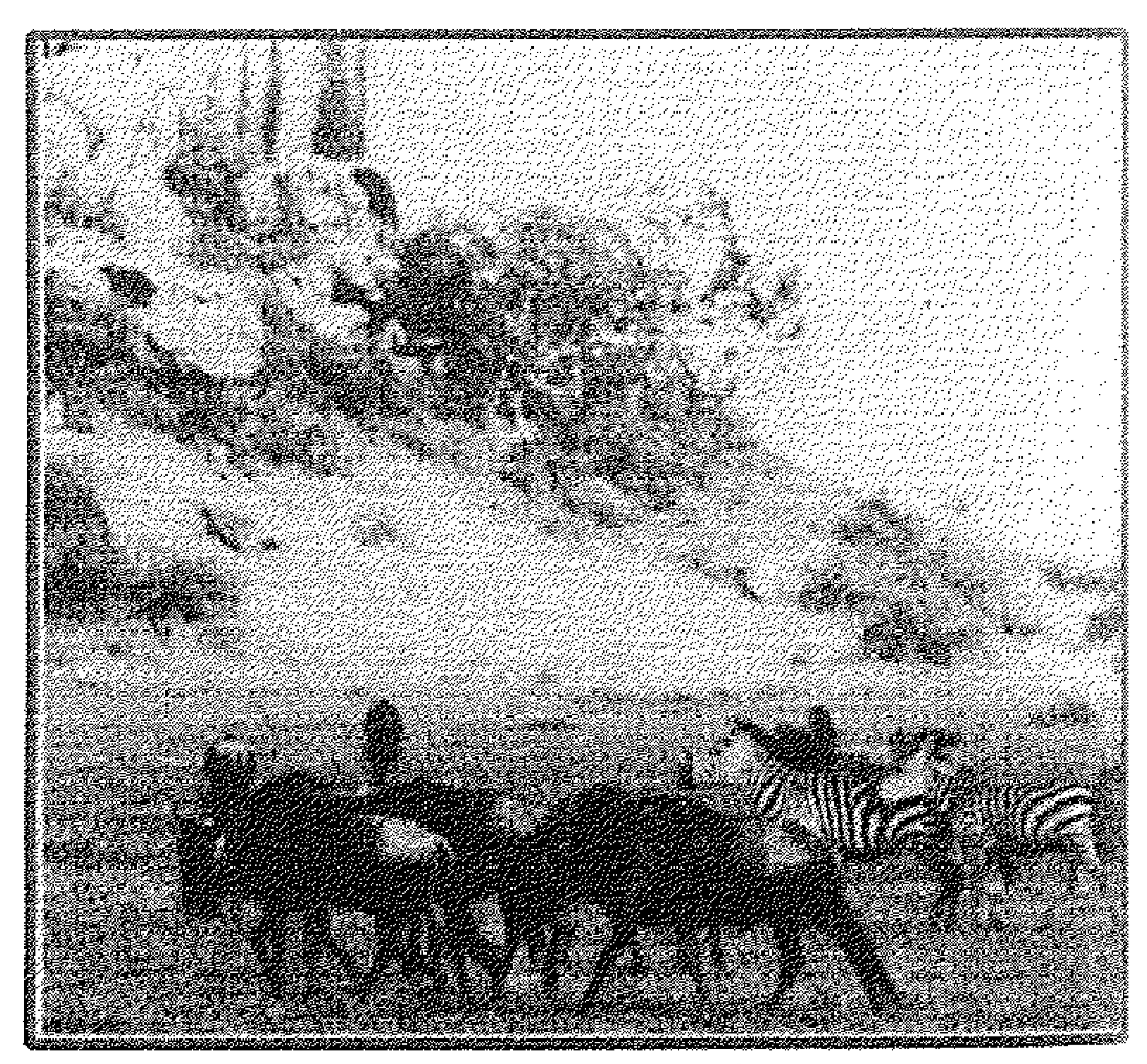
قطيع كبير مختلط من التياتل الأفريقية وحمير الوحش



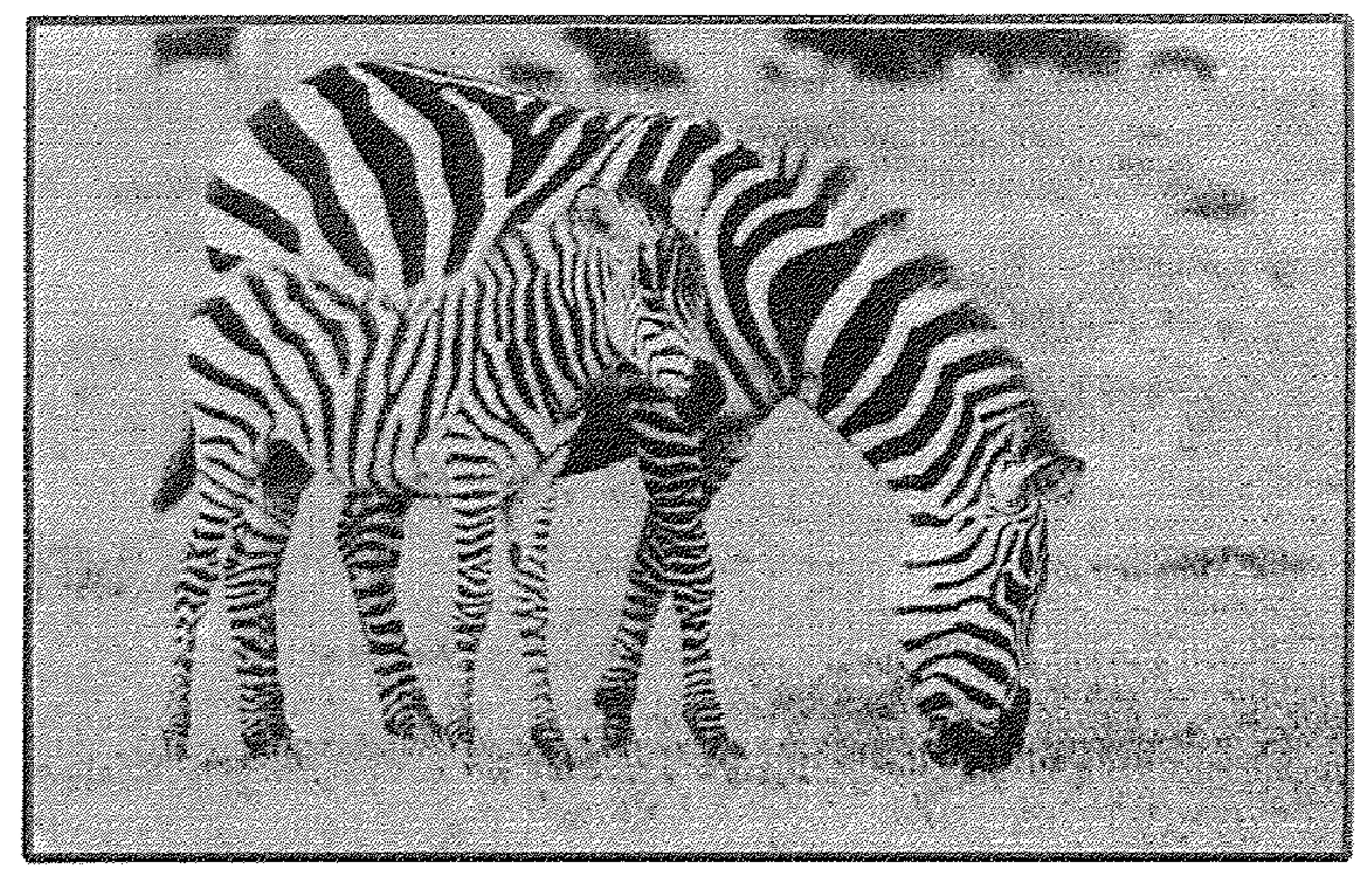
الـــزراف



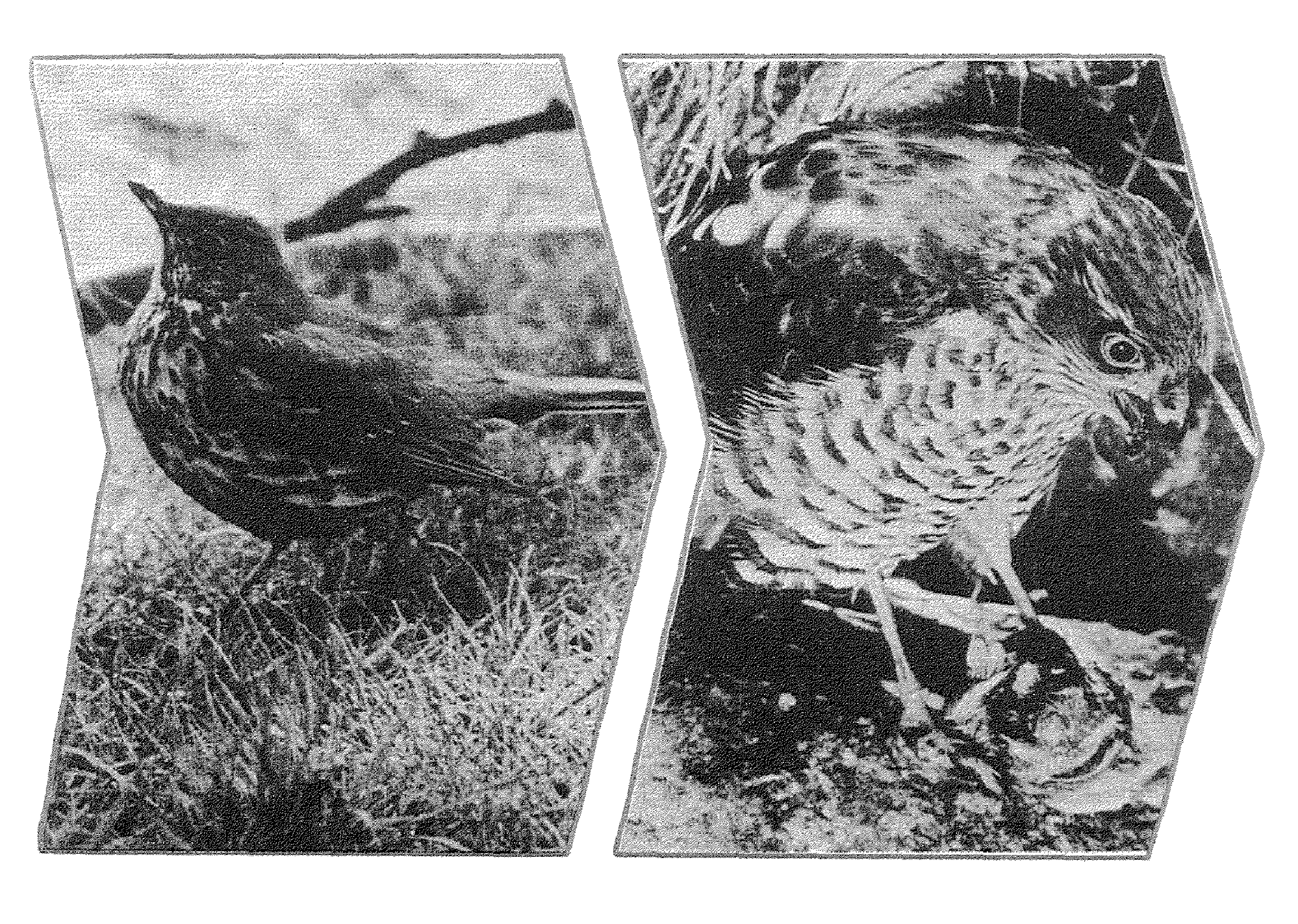
الفـيـلة



التياتل الأفريقية وحمير الوحش



أنثى حمار الوحش مع صغيرها

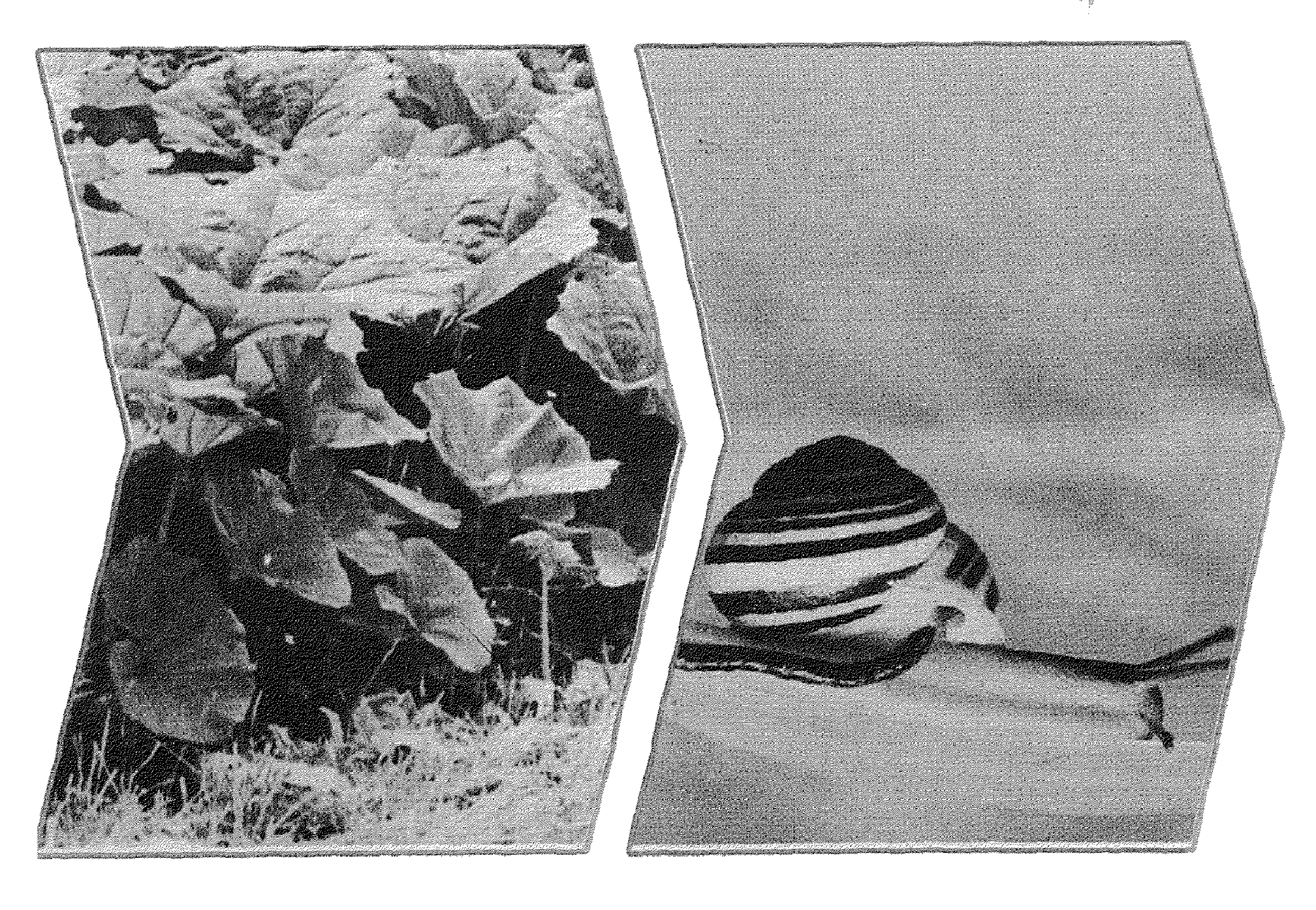


٤-٤ - دورة المـــادة

تحتاج الكائنات الحية إلى عدد من العناصر لحياتها ، والكائنات التى تعتمد على نفسها فى التغذية مثل النباتات الخضراء تحصل على هذه المواد من التربة . والمواد الحيوية فى الجو تدخل إلى النبات خلال الثغور ، ويستطيع الأوكسيجين دخول النبات أيضًا بطرق أخرى بجانب دخوله من الثغور . وتحصل كل الكائنات الحية الأخرى على غذائها من النباتات ، فالحيوانات آكلة النباتات تقوم بذلك مباشرة ، بينما يتم ذلك فى الحيوانات آكلة اللحوم بطريق غير مباشر . كذلك تحصل هذه الكائنات الحية مختلفة التغذية على الأوكسيجين وبعض الماء بطرق أخرى .

نعرف بالطبع أن المادة تنتقل فى التنظيم البيئى عن طريق السلاسل الغذائية ، وسلاسل تحلل المواد العضوية . وعن طريق هذه السلاسل جميعها تنتقل العناصر بواسطة طرق خاصة من المواد غير الحية إلى المواد الحية ، ثم ثانية إلى غير الحية . وتكوّن الكائنات الحية فى التنظيم البيئى جزءًا صغيرا من دورة المادة ، ولكن لهذا الدور أهمية حيوية بالنسبة للكائنات الحية .

وسنبدأ الآن بدراسة ثلاث دورات : دورة الكربون ، ودورة الأوكسيجين ، ودورة الماء .



دورة الكربون

يدخل الكربون في تكوين جميع المركبات العضوية ، ويكوّن حوالى ٤٠-٥٠٪ من الوزن الجاف للكائنات الحية . فالسيليلوز الذى يكوّن جدر خلايا النباتات له مستوى عالٍ من الكربون ، وذلك ينطبق أيضا على المواد الكربوهيدراتية ، والمواد الدهنية . لذلك يُعتبر الكربون ضروريًا وحيويا لجميع الكائنات الحية ، ويقوم بدور هام في التنظيم البيئى .

ويوجد الكربون متحدًا مع الأوكسيجين في غاز ثانى أوكسيد الكربون . ويوجد هذا الغاز بنسبة ٠٫٠٣٪ في الهواء الجوى . وبالرغم من ضآلة هذه النسبة لثانى أوكسيد الكربون في الجو ، فهو أهم مورد للكربون الهام جدًّا لتكوين التنظيم البيئى ، ودورة المادة فيه .

عندما يأكل الحيوان آكل النباتات أجزاء النبات يقوم بهضمها واستعمالها في تكوين المادة التى تدخل في بناء جسمه ، وهو مايحدث بالضبط عندما يتغذى حيوان آكل لحوم على آخر من آكلات النباتات . وبذلك تنتقل المادة العضوية ومعها الكربون خلال المراحل المختلفة للسلسلة الغذائية . وذلك يعنى أن المادة تنتقل من النباتات عن طريق الحيوانات آكلة النباتات إلى الحيوانات آكلة اللحوم سواء أكانت مستهلكات من الدرجة الأولى أو الثانية .

ولا يشترك كل الكربون المرتبط بعملية التمثيل الضوئى في النباتات في السلسلة الغذائية ، إذ يُستعمل جزء من السكر الناتج بواسطة النباتات نفسها ، وينتج عن هذه العملية عكس ما ينتج من عملية التمثيل الضوئى :

سكر + أوكسيجين ←── ثانى أوكسيد كربون + ماء + طاقة

ك٦ يد١٢ ا٦ + ٦ا٢ ←── ٦ ك ا٢ + ٦ يد٢ ا + طاقة

$$(C6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + energy)$$

وتمد عملية الاحتراق هذه النباتات بالطاقة، بينما ينطلق غاز ثانى أوكسيد الكربون فى الهواء الجوى. وتستعمل الطاقة الناتجة أساسا فى بناء جسم النباتات. وتتم مثل هذه العملية، وأيضا عمليات احتراق أخرى أساسها المواد العضوية فى كل وصلات السلسلة الغذائية. ولذلك ينطلق دائما غاز ثانى أوكسيد الكربون، ويعود إلى الهواء الجوى عن طريق عملية التنفس. وبجانب تغذية الحيوانات آكلة النباتات على أجزاء النباتات، وتغذية الحيوانات آكلة اللحوم على الأخرى آكلة النباتات، تموت كل من هذه الكائنات وتفنى لأسباب أخرى، وتتحلل أجسامها بواسطة كائنات خاصة تقوم بهذا التحلل. وأثناء عمليات التحلل المختلفة تتحول المواد العضوية المعقدة إلى مركبات بسيطة، وينطلق معظم الكربون على صورة غاز ثانى أوكسيد الكربون.

بذلك يرجع الجزء الأكبر من الكربون إلى الهواء الجوى. ونعرف أن كمية غاز ثانى أوكسيد الكربون فى الهواء الجوى صغيرة جدا، وفى استطاعة النباتات الخضراء أن تاتى عليها فى بضع سنوات، وذلك ممكن حدوثه فقط إذا توقف إنتاج ثانى أوكسيد الكربون باستمرار عن طريق عمليات التنفس، وتحلل المواد العضوية.

وخلال الخمسين سنة الماضية استغل الإنسان كميات مهولة من الفحم والبترول، ونتج عن ذلك إنتاج كميات كبيرة من غاز ثانى أوكسيد الكربون، وزادت نسبته فى الهواء الجوى إلى حوالى ١٢٪. ومن المحتمل أن زيادة محتوى الهواء الجوى من ثانى أوكسيد الكربون تؤدى إلى زيادة نشاط عملية التمثيل الضوئى فى النباتات. إلا أن هذه الزيادة تؤدى إلى ظاهرة الاحتباس الحرارى فى الغلاف الجوى للأرض مما يؤدى إلى ارتفاع درجة حرارتها وبالتالى الغلاف الجوى. كما يؤدى ارتفاع درجة الحرارة إلى مزيد من التبخر من المسطحات المائية وتؤدى زيادة التبخر إلى جفاف أكثر للمسطحات الخضراء فى بعض المناطق وقلة الأمطار فى مناطق أخرى.

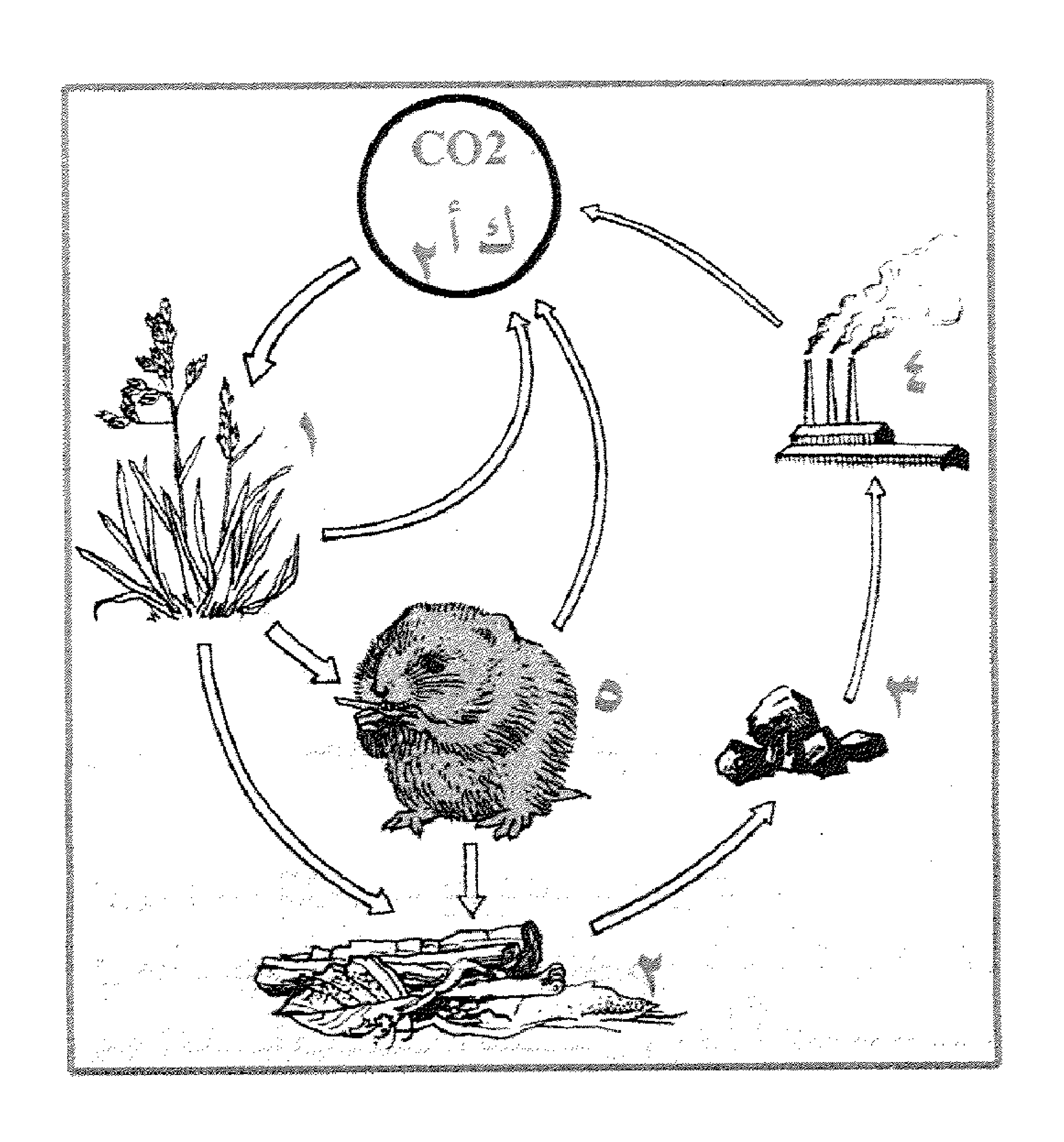
وقد دلت التجارب على أن النباتات يزداد نموها بإضافة ثانى أوكسيد كربون أكثر إلى الهواء المحيط، وفى بعض الأماكن مثل المستنبتات الزجاجية تنمو النباتات أسرع إذا أضيف ثانى أوكسيد الكربون إلى هوائها.

وتظهر فى الشكل السفلى دورة الكربون مبسطة جدا ، فبعض الكربون يكون دائما مرتبطا بالمواد العضوية فى بقايا النباتات والحيوانات ، وهذه تتحلل ببطء شديد .

وبالطبع لاتبقى هذه الرواسب الكربونية هكذا لسنين عديدة ، فهى تعتبر من مراحل تكوين الفحم ، وغاز الفحم ، والبترول .

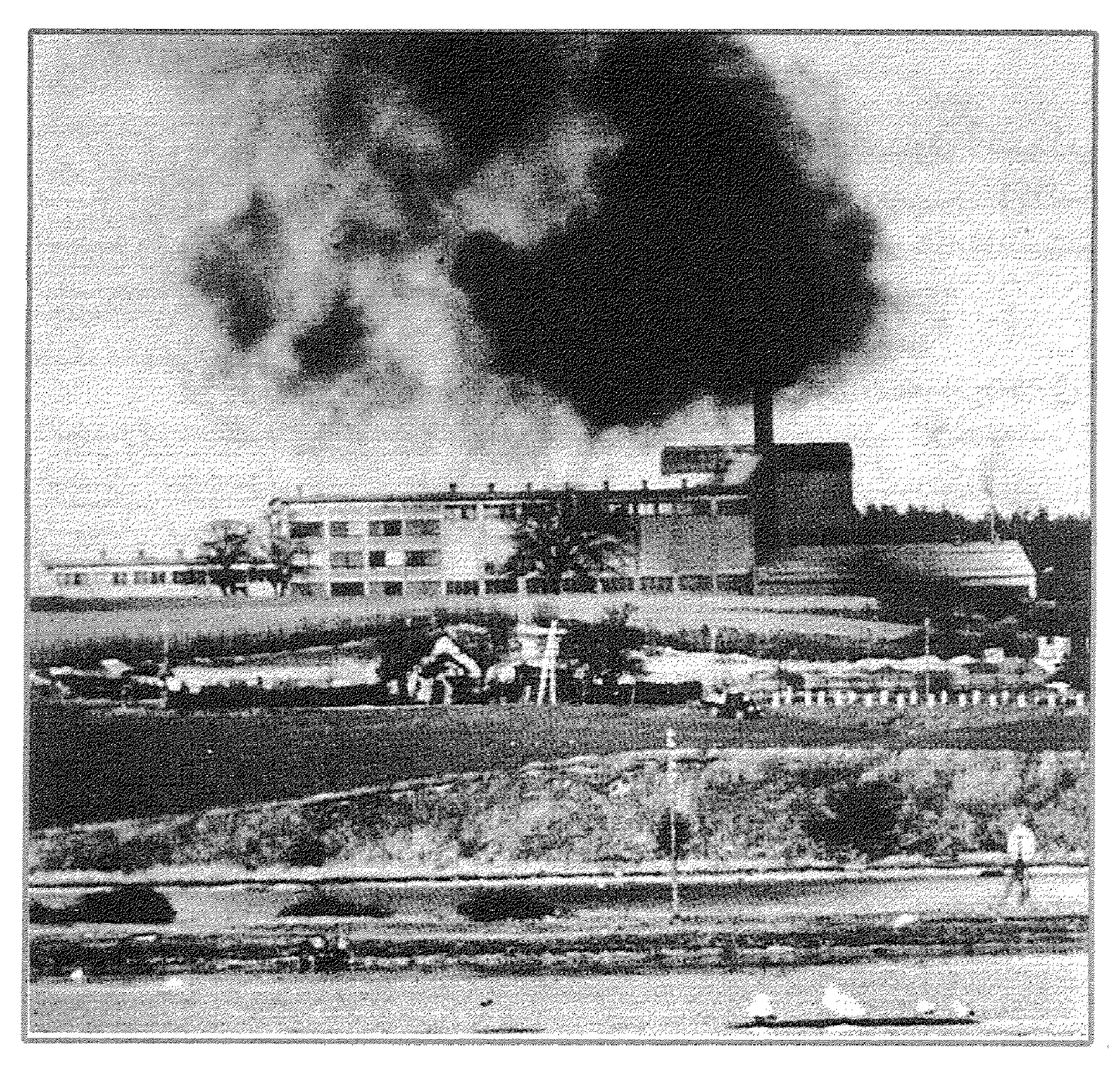
إذن فكل هذه المواد تنتج بطريق مباشر أو غير مباشر من عملية التمثيل الضوئى ، وتحتفظ جميعها بالكربون لملايين السنين .

ولم يكن فى الإمكان إطلاق الكربون المرتبط بالفحم والرواسب البترولية قبل بدء عصر التصنيع الشقيل .



دورة الكربون :

١ - ترتبط النباتات بغاز ثانى أوكسيد الكربون بعملية التمثيل الضوئى ، ولكنها تُخرج هذا الغاز عندما تتنفس .
٢ - يُختزن بعض الكربون لمدة قصيرة أوطويلة فى بقايا النباتات والحيوانات .
٣ - يتحول جزء من المواد الكربونية المُختزنة إلى فحم ، وبترول ، وغاز طبيعى
٤ - يرجع الفحم المُختزن إلى الهواء الجوى بواسطة الاحتراق .
٥ - ينتقل بعض الكربون المرتبط بالنباتات إلى الحيوانات عن طريق السلاسل الغذائية ، وتُخرِج الحيوانات هذا الغاز أثناء التنفس .



يعمل السناج وغيره من الشوائب على حجب أشعة الشمس عن الأرض مما يسبب انخفاضا فى درجة حرارة سطح الأرض . ولكن يحول دون هذا الانخفاض فى درجة الحرارة زيادة محتوى الهواء الجوى لغاز ثانى أوكسيد الكربون ، إذ يقوم هذا الغاز بامتصاص الإشعاع الحرارى من الأرض ويعكسه اليها ، وذلك يسبب ارتفاعًا فى درجة الحرارة

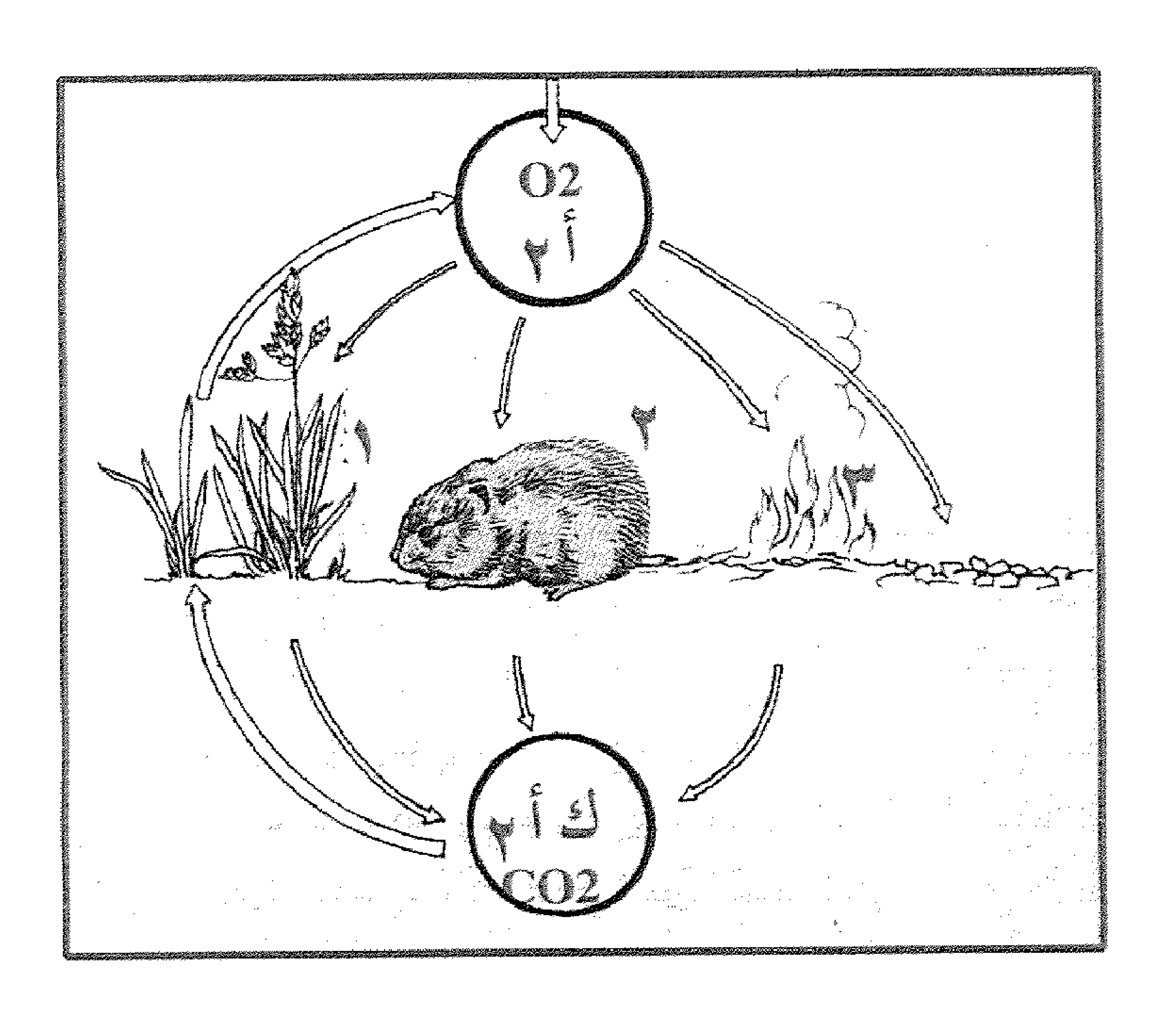
وترجع هنا أهمية إزالة الملوثات الغازية إلى الحدّ من تصاعد السناج والغازات الحامضية التى تزيد من شدة ظاهرة الاحتباس الحرارى فى الغلاف الجوى المحيط بالأرض.

دورة الأوكسيجين

يوجد الأوكسيجين حرًا فى الهواء الجوى، كما يوجد مذابا فى الماء. وتقدر نسبة الأوكسيجين فى الهواء الجوى بحوالى ٢١٪، وتحصل النباتات والحيوانات على حاجتها من الأوكسيجين فى عملية التنفس.

كذلك يستعمل هذا الأوكسيجين الموجود فى الهواء الجوى عندما تستخدم المصانع عمليات الاحتراق من أجل الحصول على الطاقة. وعندما يشب حريق فى منطقة المراعى أو الغابات تستهلك كميات كبيرة من الأوكسيجين.

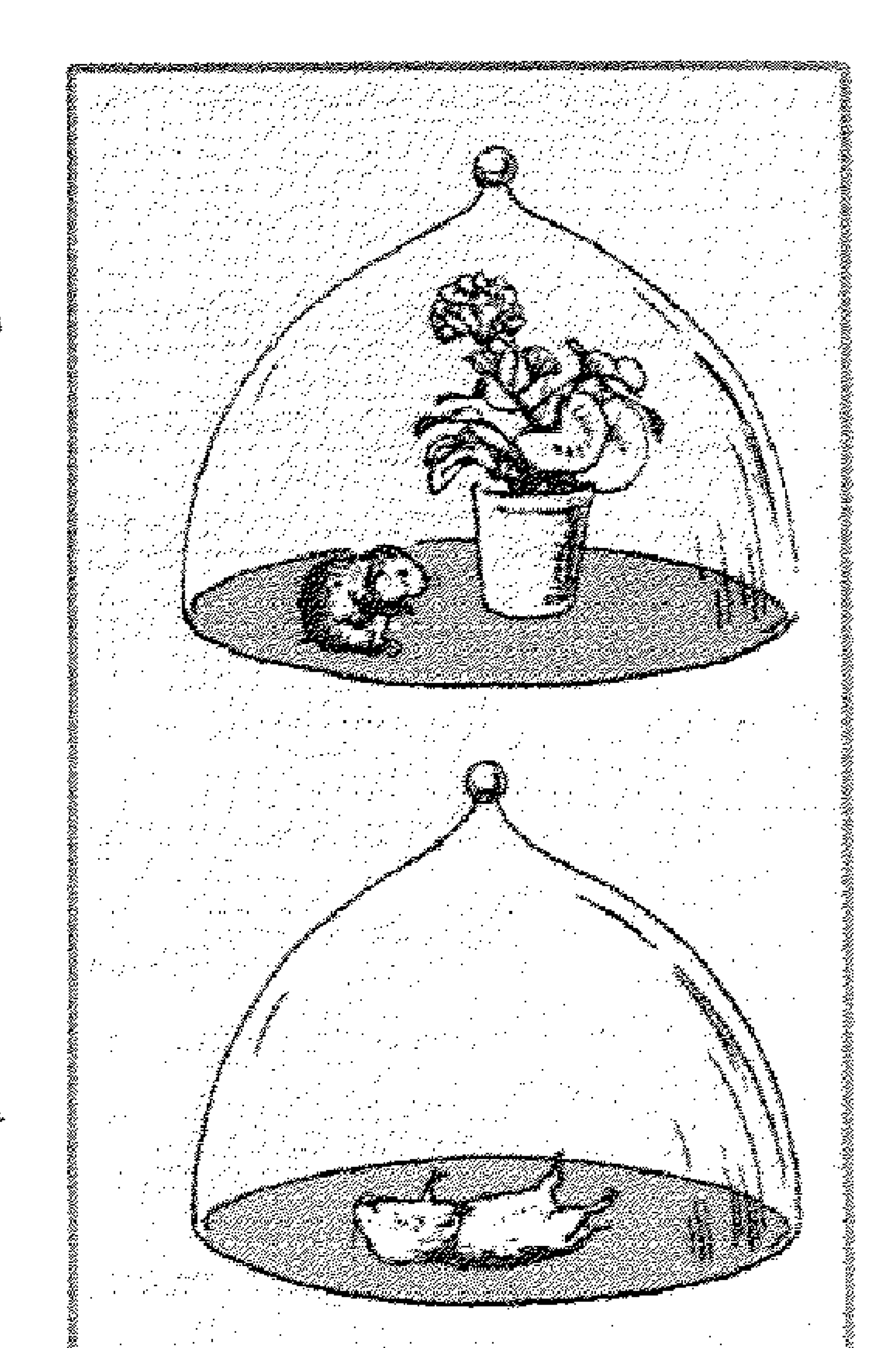
لقد وجد الأوكسيجين الحر فى الهواء الجوى منذ حوالى ٢٠٠٠ مليون سنة، عندما حللت أشعة الشمس فوق البنفسجية أبخرة الماء. وفى هذا الوقت كان يوجد فى الهواء الجوى القليل جدا من الأوكسيجين، فلا تتعدى نسبة الأوكسيجين المتكوّن عن طريق الإشعاع الشمسى $\frac{١}{١٠٠٠}$ من كمية الأوكسيجين الموجودة.



دورة الأوكسيجين

١- تُخرج النباتات الأوكسيجين فى عملية التمثيل الضوئى، وتأخذ هذا الغاز فى عملية التنفس.
٢- تحصل الحيوانات على الأوكسيجين عندما تتنفس.
٣- أثناء الاحتراق يرتبط الأوكسيجين بالكربون ومواد أخرى غيره.

ووجود الأوكسيجين فى أول الأمر كان فى غاية الأهمية لتكوين الحياة فى صورتها التى نعرفها الآن . لقد عاشت الكائنات الحية الأولى معيشة لاهوائية دون استخدامها للأوكسيجين الحر ، وظهرت بعد ذلك كائنات بسيطة مثل الطحالب الخضراء المزرقة ، وكانت لها القدرة على القيام بعملية التمثيل الضوئى التى ينتج عنها تكوين الأوكسيجين . وتُعتبر بداية إنتاج الأوكسيجين بواسطة الطحالب الخضراء المزرقة أحد الأمثلة المدهشة لتأثير الكائنات الحية على بيئتها .



وغاز الأوكسيجين لازم جدا للكائنات الحية ، وقليل جدا من الكائنات الحية المجهرية يستطيع المعيشة بدون الأوكسيجين ، أما الكائنات الحية الأكثر رقيًا فلا بد لها من وجود الأوكسيجين الحر حتى تستمر فى حياتها .

ويدخل الأوكسيجين بسهولة فى المُركّبات مع مواد أخرى غيره ، وذلك سبب ندرة وجود مواد كثيرة فى حالة نقية . وعادة يوجد الأوكسيجين على هيئة مُركّبات مُؤكْسَدة . وعندما تحترق المادة تحدث أكسدة ، وينتج عن الاحتراق حرارة عالية جدا ، أو بمعنًى آخر تنطلق كمية كبيرة من الطاقة .

وكذلك تحدث أكسدة فى الكائنات الحية عند احتراق غذائها ، ويكون الأوكسيجين متحدًا مع المواد الغذائية المُمتصّة . ولكن عمليات الامتصاص هذه مضبوطة بشكل يجعل انطلاق الطاقة أبطأ بكثير من انطلاقها فى حالة حرق المادة .

والأوكسيجين الذى يُستنفَد بواسطة التنظيم البيئى يحل محله دائما الأوكسيجين الذى ينطلق من النباتات أثناء عملية التمثيل الضوئى .

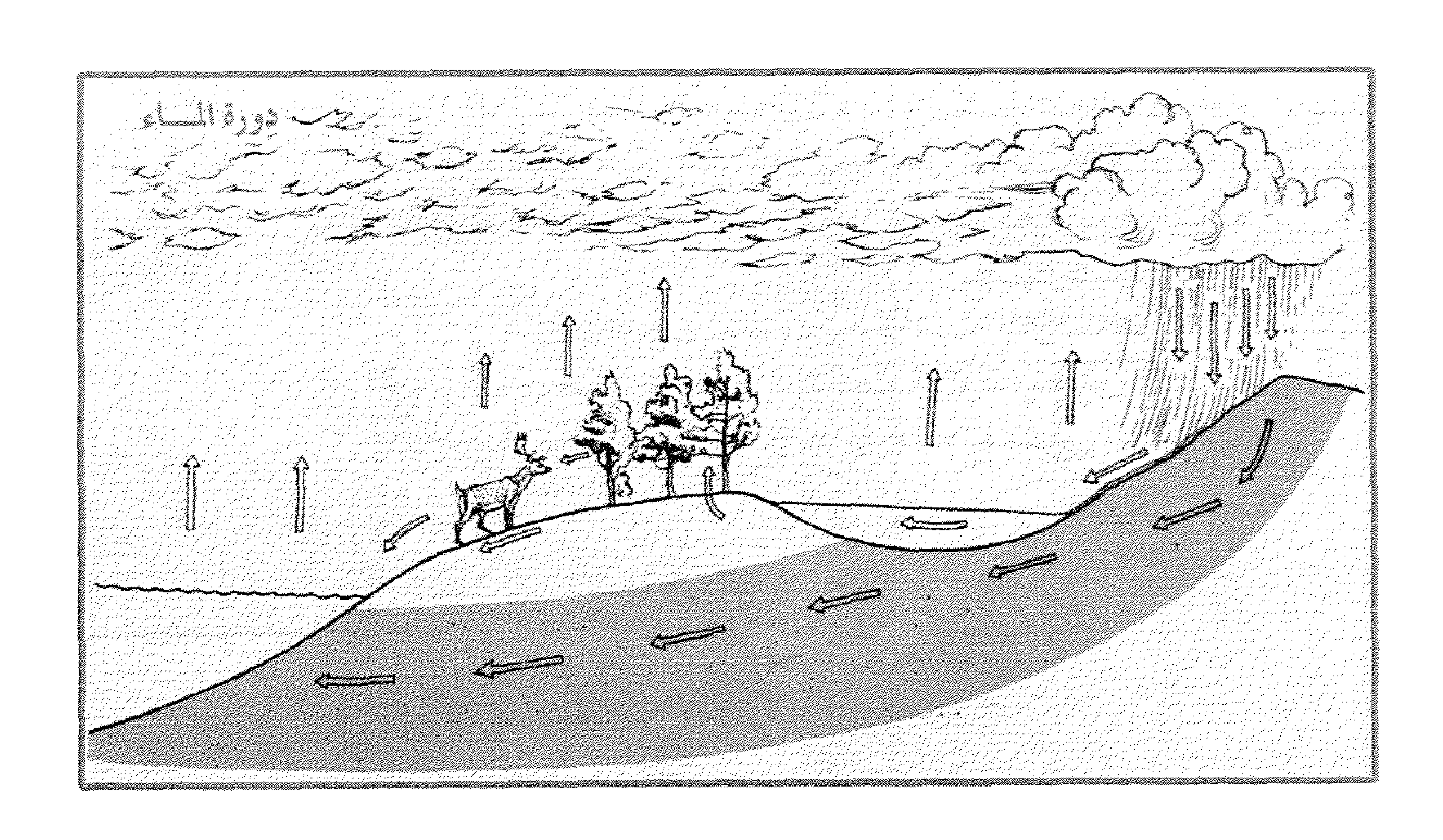
ومثل الكربون والأوكسيجين ، يقوم الماء بدور هام فى حياة الكائنات الحية. وتعيش بعض الحيوانات دون أن تشرب مرة واحدة فى حياتها.

وقد سبق أن ذكرنا أن بعض النباتات والحيوانات تعيش فى مناطق يندر فيها سقوط الأمطار ، ولكن رغم ذلك تستهلك الماء. وقد دلّت الفحوص على أن جميع الكائنات الحية تقريبا تحتوى على أكثر من ٥٠٪ من وزنها ماء.

والماء هو المذيب لأغلب المواد الموجودة فى الكائنات الحية. ولا تتم العمليات الكيميائية داخل خلايا الجسم إلا فى محلول مائى. وليست مبالغة على الإطلاق حين نقرر أن الماء ضرورى للغاية للعمليات الحيوية. كذلك يَكوّن الماء نفسه جزءًا فى عدد كبير من العمليات الكيمائية

وسنلقى الآن نظرة خاطفة على دورة الماء الأساسية.

جميع الماء الذى يتكثّف ويتساقط على الأرض أو فى البحر يأتى أصلاً من المحيطات التى تغطى ثُلُثى سطح الأرض وتحتوى على ٩٧٪ من الماء الحر لكوكب الأرض.



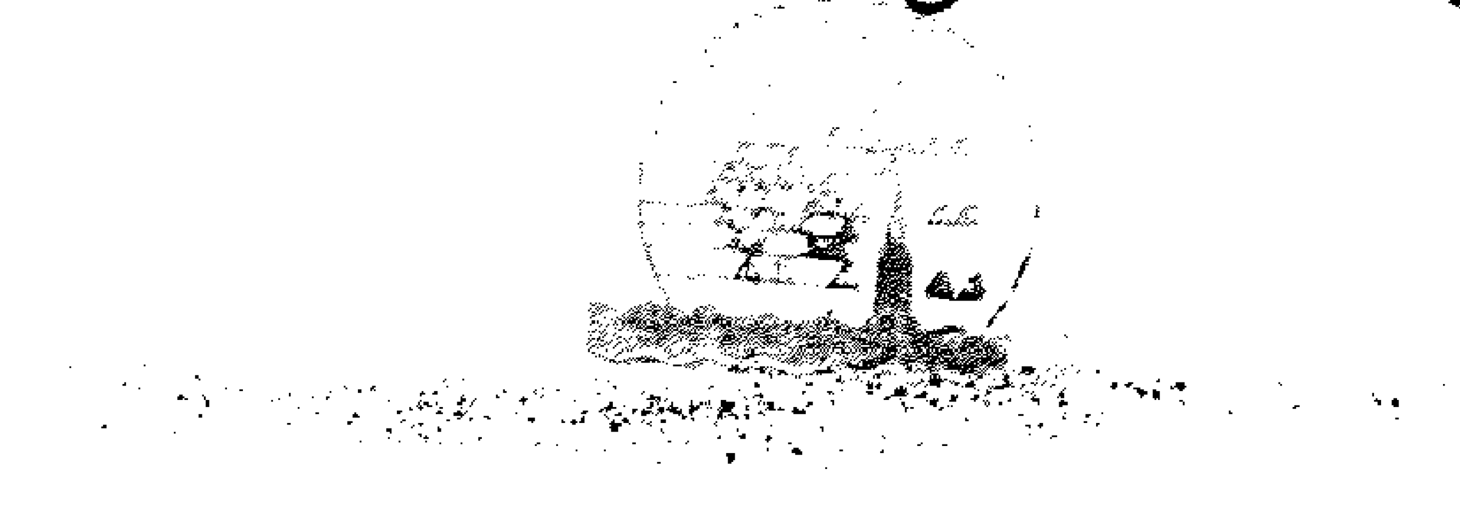
ودورة الماء مستمرة على الدوام ، وتشتمل على عدة عمليات. فحرارة الشمس تبخر الماء من سطح المحيطات ويرتفع بخار الماء إلى الجو ، وهنا تنقله الرياح إلى مسافات بعيدة. وتتكثف أبخرة الماء فى الأجواء المرتفعة حيث تنخفض درجة الحرارة ، وينخفض ضغط الهواء أيضا. ويتساقط الماء على شكل أمطار ، أو بَرَد ، أو ثلج ، ويمكن اعتبار دورة الماء عملية تقتطير على نطاق واسع جدا.

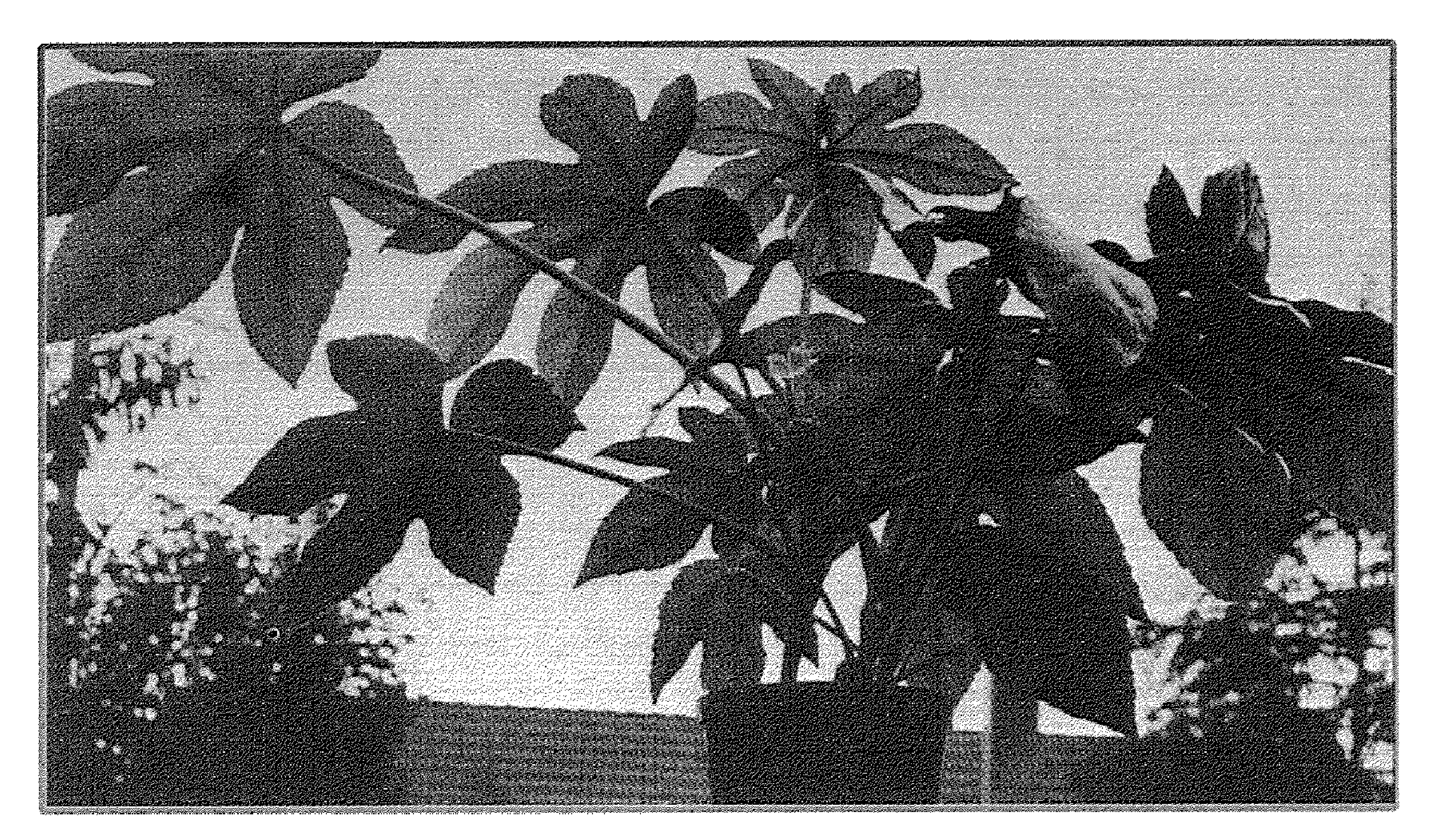
ويسقط معظم الماء المكثّف فى المحيطات ، بينما يسقط جزء صغير منه على الأرض. كذلك تختلف نسبة سقوط الماء كثيرا فى المناطق المختلفة من الأرض.

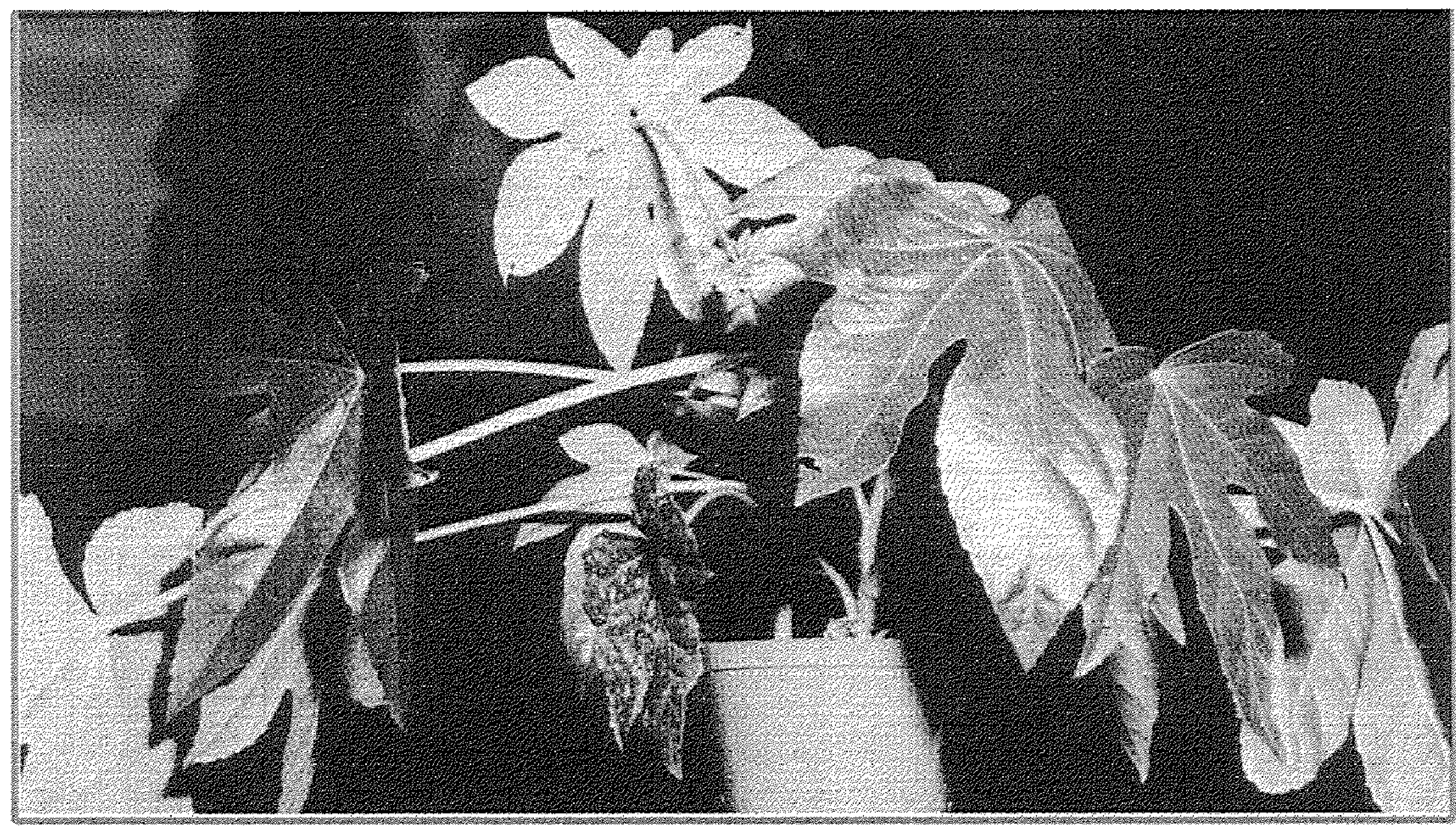
وتستخدم النباتات والحيوانات كمية صغيرة فقط من الماء المتساقط على الأرض ، فكمّيات كبيرة منا من الماء تسقط على الصخور الساخنة أو على الأسطح العلوية لأوراق الأشجار ، وهذه سرعان ماتتبخر ثانية. كذلك يتبخر الماء المتساقط على الأرض دائما إذا لم تمتصه الأرض على الفور. أما الماء الذى تحتفظ به الأرض فيُمتص بواسطة النباتات ، وبعضه يرتبط بالأرض بواسطة مسافات شعرية فى الأرض ، بينما يتسرب الباقى إلى أسفل ليكوّن المياه الجوفية التى تتجه تدريجيًا نحو البحر.

وأثناء عملية التمثيل الضوئى فى النباتات تتفتح الثغور ، وذلك يعمل على زيادة فقدان الماء نتيجة التبَخُّر.

ينتج عن ذلك أن كمية صغيرة من الماء تبقى مرتبطة بالكائنات الحية دائما. وينتقل الماء بواسطة السلسلة الغذائية ، وعند كل وصلة فى السلسلة الغذائية يحدث فقدان للماء. وتفقد الحيوانات الماء يوميا بإخراجها للعرق ، والتبول. وما يتبقى فى الحيوانات والنباتات من ماء يلحق ثانية بدورة الماء عندما تتعرض المادة النباتية والحيوانية للتحلل.

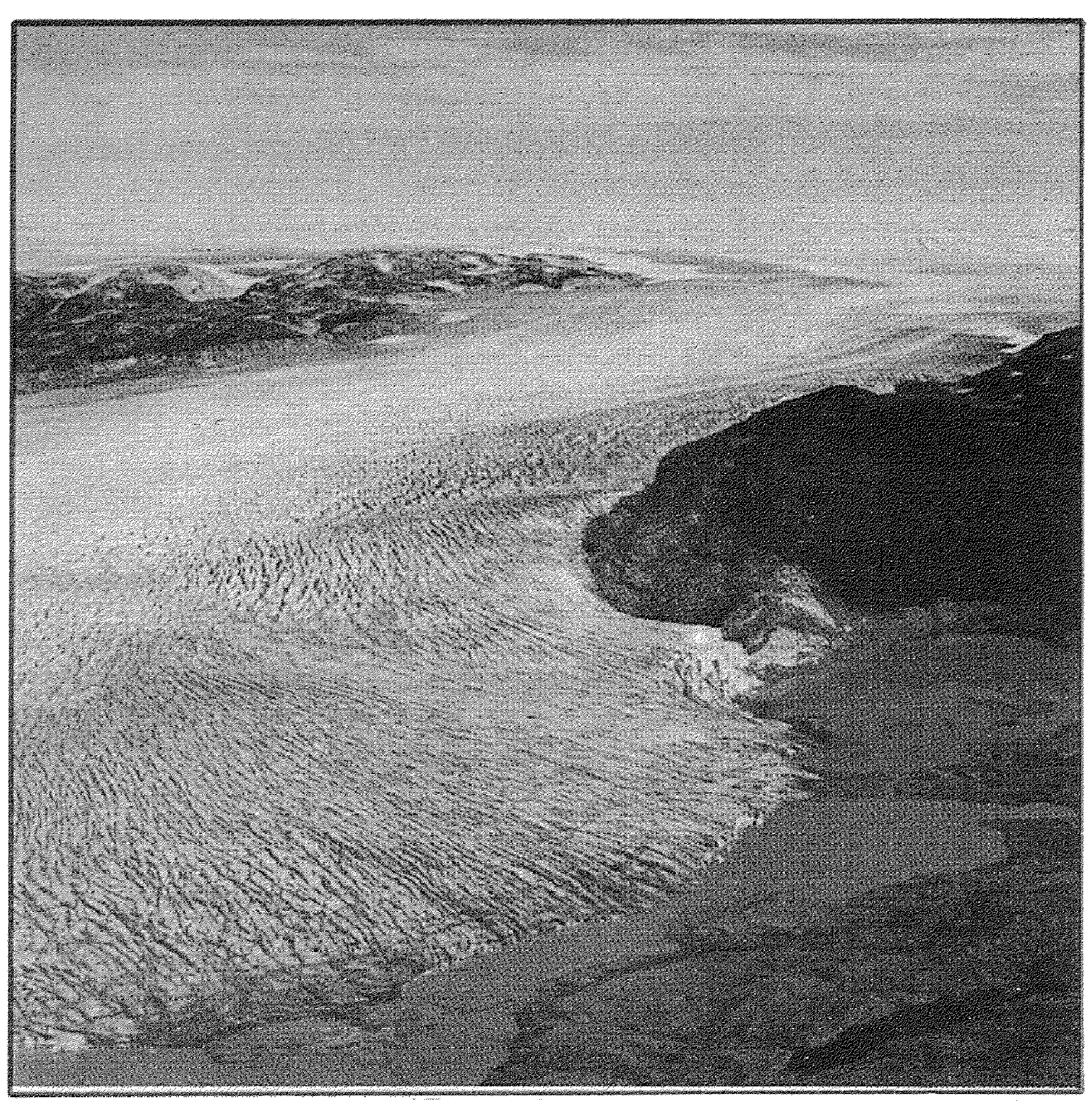






يبقى النبات قائما نتيجة امتلاء خلاياه بالسائل ، وعندما يقل هذا السائل داخل الخلايا نتيجة نقص الماء فإن النبات يتراخى ويذبل ، وذلك ما يحدث عندما يظل النبات طول اليوم فى حرارة الشمس ويفقد كثيرا من الماء عن طريق البخر . وفى الصورتين العلويتين يظهر ذلك واضحًا بالنسبة لنبات الأراليا .

وحول القطبين ترتبط كَميّات مهولة من الماء فى شكل ثلوج ، وذلك منذ آلاف عديدة من السنين . ويعتبر هذا الماء خارجا عن دورة الماء بصفة مؤقتة ، لأن كل الماء لا بد وأن يرجع آجلاً أو عاجلاً إلى المحيط



حول القطبين ترتبط كَميّات مهولة من الماء فى شكل ثلوج ، ويعتبر هذا الماء خارج دورة الماء لآلاف السنين. ويظهر فى الصورة العليا جزء صغير من الثلوج الداخلية فى جرينلاند.

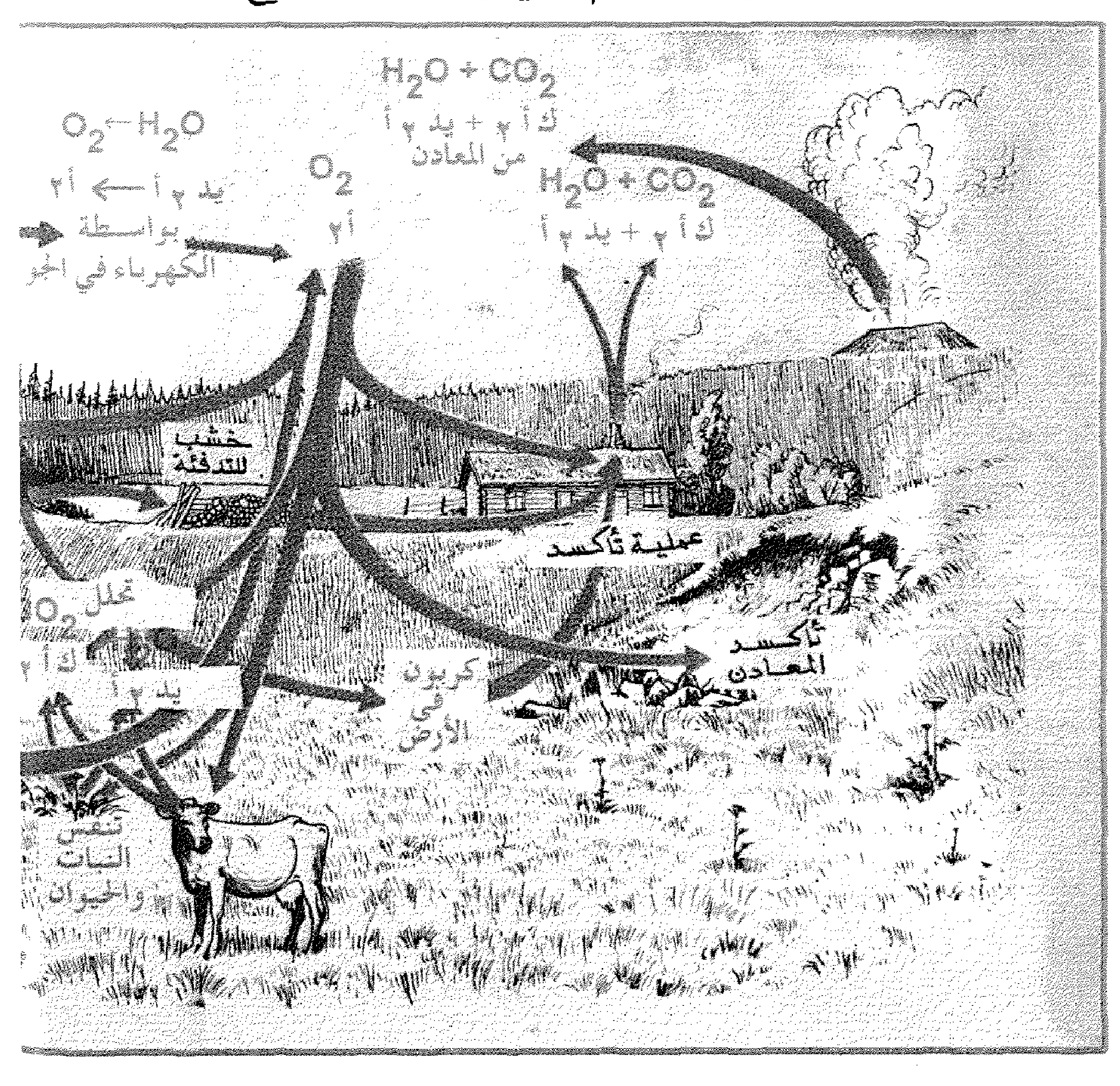
يوجد فقط تنظيم بيئى واحد هو المحيط الحيوى

وكما فى حالة الكربون والأوكسيجين والماء ، تأخذ مواد أخرى مكانها فى دورة دائمة فى المحيط الحيوى . وأحيانا تحتبس إحدى المواد وتبعد عن الدورة لبعض الوقت ، ولكنها تظل كما هى لتستعمل مرة تلو الأخرى .

وذرات الكربون التى كانت تُكوِّن جزءًا من السراخس المهولة فى العصر الكربونى ربما تُكوِّن جزءًا من أجسامنا الآن . ونحن على يقين أن كَميّاتٍ كبيرةً جدًا من بقايا النباتات قد تجمّعت وتراكمت فى العصر الكربونى ، وذلك منذ ملايين عديدة من السنين . لقد احتُجِز جزء كبير من بقايا النباتات هذه نتيجة انطواء سلاسل الجبال عليها أو تَزَحْزُح القشرة الأرضية فوقها ، وفى أثناء هذه الفترة الكبيرة جدًّا تكونت رواسب الكربون ، والآن يدخل جزء كبير من الكربون فى الدورة عندما نحرق الفحم .

نرى من ذلك أن الذرات نفسها تستعمل مرة تلو الأخرى . كذلك الدورات ليست مغلقة لتأخذ مكانها داخل تنظيم بيئى واحد ، ولكن على العكس من ذلك ، فدورات المادة تربط التنظيمات البيئية المختلفة ببعضها .

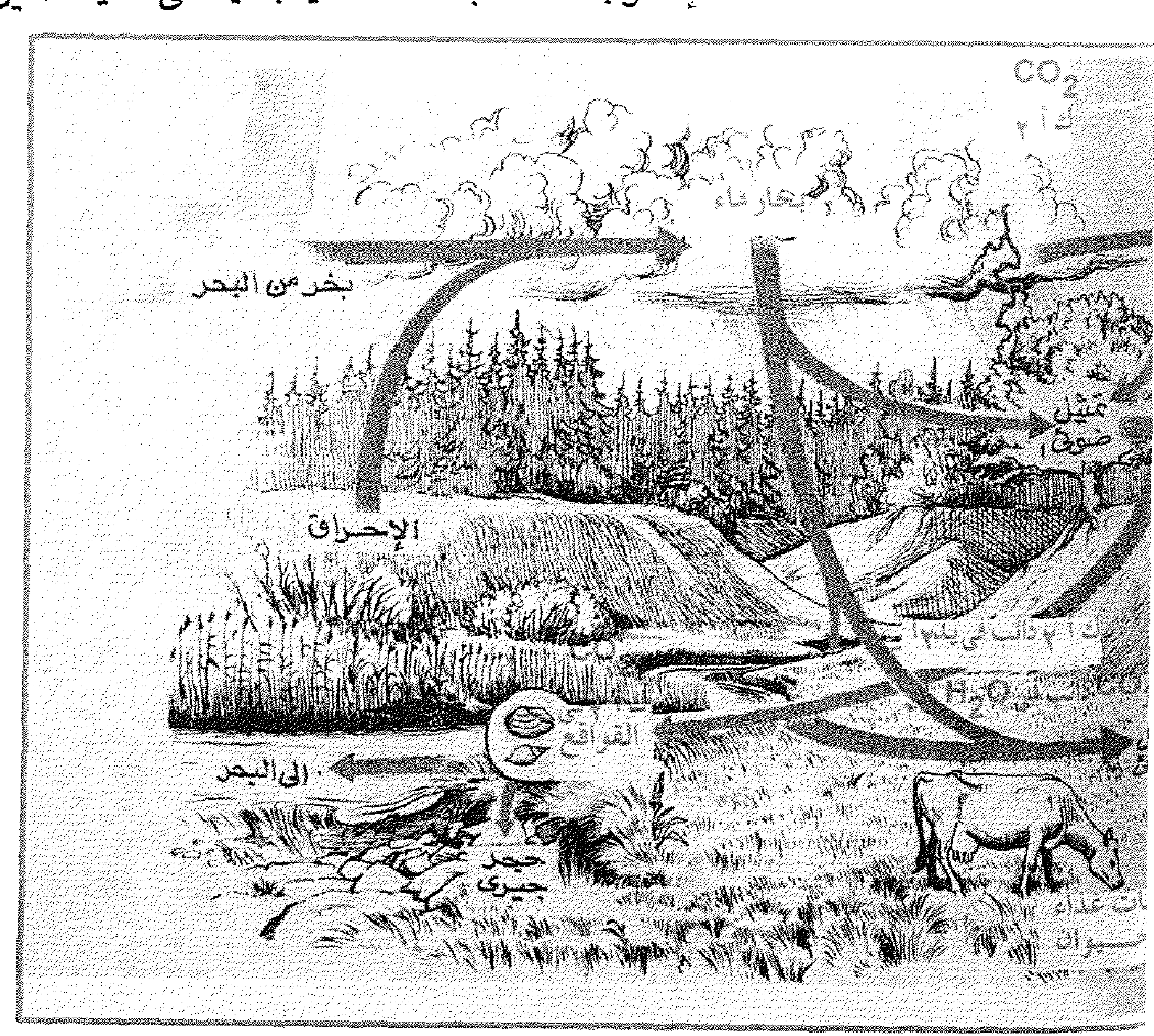
وبذلك يكون مفهومنا عن التنظيم البيئى بأنه قطاع



معزول من الطبيعة غير صحيح ، بل يجب أن نسمى المحيط الحيوى بالتنظيم البيئى. ولكن من الناحية العملية ، نستعمل اسم التنظيم البيئى لنعبّر عن أماكن مختلفة ومعزولة إلى حد ما مثل البحيرات ، والمستنقعات ، والصحارى ، ومنطقة المراعى ، والغابات .

وجميع الطرق الخاصة بنقل المادة والطاقة فى كل التنظيم البيئى متصلة بدورة المادة فى المحيط الحيوى. وهذه الطرق نفسها تنقل المواد الغريبة التى يدخلها الإنسان إلى أى تنظيم بيئى. ويعتبر ذلك عاملاً أساسيًا لصعوبة تفادى تلوث البيئة بأجمعها مثلا ، بإقصاء المصانع الكبيرة إلى أماكن بعيدة ومعزولة ، وكذلك التحكم فى المخرجات الصناعية بمعالجتها وتطوير الصناعة بحيث تصبح صناعة نظيفة غير ملوثة ، لأن المواد المتخلفة عن هذه المصانع لابد وأن تنتقل إلى المحيط الحيوى بأى وسيلة.

ويصاحب دوران المواد فى المحيط الحيوى باستمرار فقدان للطاقة فى صورة حرارة . وتعوض النباتات هذا الفقدان فى الطاقة إذ ترتبط دائما بطاقة شمسية جديدة فى عملية التمثيل الضوئى .



V-



5 ـ ٥ ـ الطبيعة تتغير

جميع التنظيمات البيئية فى تغير مستمر، وفى بعض الحالات يحدث هذا التغيير سريعا، وفى البعض الآخر يكون بطيئا جدًا ولا يمكن ملاحظته. وسنُلقى هنا نظرة على ما يحدث لقطعة أرض زراعية فى الدنمارك تركت لشأنها.

ففى السنة الأولى وربما الثانية أيضا تسود النباتات الحولية فى مثل هذه الأرض الزراعية المتروكة. وشيئا فشيئا تتغلب النباتات المعمرة على النباتات الحولية التى سرعان ما تختفى جزئيًّا أو كليًّا. بعد ذلك تبدأ الشجيرات، وقليل جدا من الأشجار المتباعدة فى النمو، وأخيرا تسود الأشجار كلية فى هذه المنطقة التى تم تحويلها إلى غابة. ويعرف مثل هذا التغير فى منطقة ما بالتعاقب البيئى



وبالطبع تتغير حياة الحيوانات تبعا لتغير الكساء الخضرى للأرض ، ولتوضيح ذلك سنلقى نظرة على التغيرات فى حياة الطيور فى هذه القطعة من الأرض الزراعية التى تركت لشأنها.

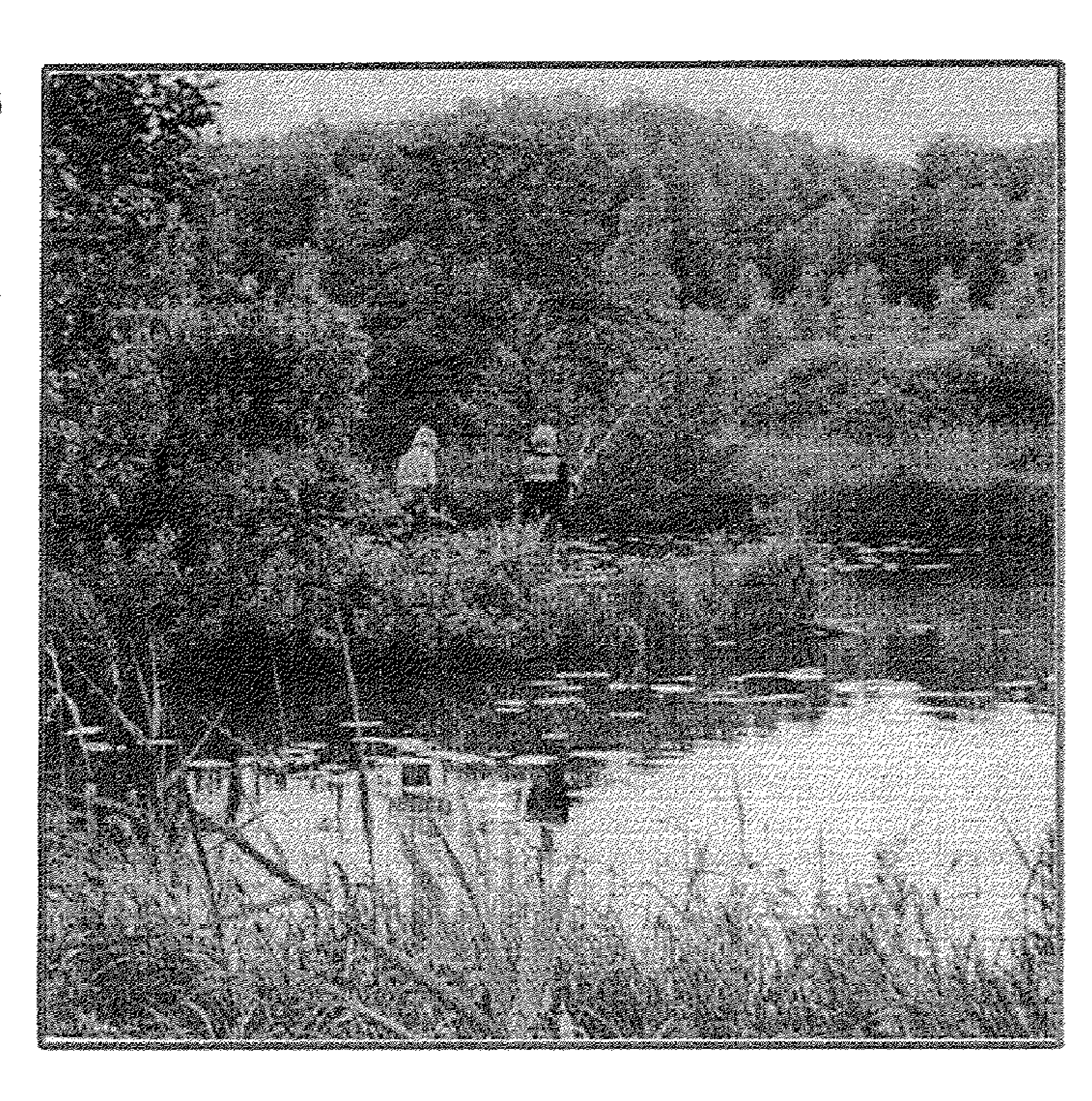
ففى السنة الأولى يكون الكساء الخضرى منخفضا، وربما يستطيع طائر القُنْبر الإقامة والتناسل فيها . وعندما تسود النباتات المعمرة فى هذه المنطقة يعيش فيها طائر القُلَيْعى الأحمر ، وكذلك طائر الزُّرَيْقة . وبعد انتشار الشجيرات والأشجار يدخل المنطقة طائر الخُضَر، والدُّجّ المغرد ، والكحلاء ، والخورى ، والصغنج . وأخيرا تدخل المنطقة بعض الطيور الكبيرة مثل الغراب ، والحمام البرى ، ونقار الخشب المنقط الكبير ، والباشق ، والصقر الحوّام .

وهذه بعض الأنواع الشائعة للطيور المميزة للأطوار المختلفة للكساء الخضرى . فالغابة القديمة غالبا تشمل أنواعا من الطيور تكثر عشرات المرات عن الأنواع التى تحتويها منطقة مكشوفة ذات كساء خضرى محدود . كذلك يتزايد عدد الحيوانات تبعا لنمو الكساء الخضرى وازدهاره ، وبمعنى آخر تتزايد الأماكن المختارة والمفضلة لكل نوع من الحيوانات فى بيئته بزيادة نمو الكساء الخضرى.

عندما تكتسى البركة بالكساء الخضرى

يعتبر اكتساء البركة بالكساء الخضرى مثالا شائعا جدا للتعاقب البيئى :-

١ - تزحف النباتات أكثر وأكثر داخل البركة .
٢ - تتراكم بقايا النباتات فى قاع البركة حيث تحول قلة الأوكسيجين دون تحلل جزء من هذه البقايا كلية .
٣ - كذلك تأخذ هذه البقايا فى التفحم .
٤ - تنمو النباتات المائية الطافية فوق سطح الماء إلى أن تغطيه كلية .
٥ - وهكذا تصبح البركة مستنقعا.



لقد تغطى المستنقع بالكساء الخضرى الذى يمتد فوقه باستمرار أكثر وأكثر .

تنتشر الأشجار شيئا فشيئا ، وقد بدأت بأشجار الصفصاف ، و البتولا.

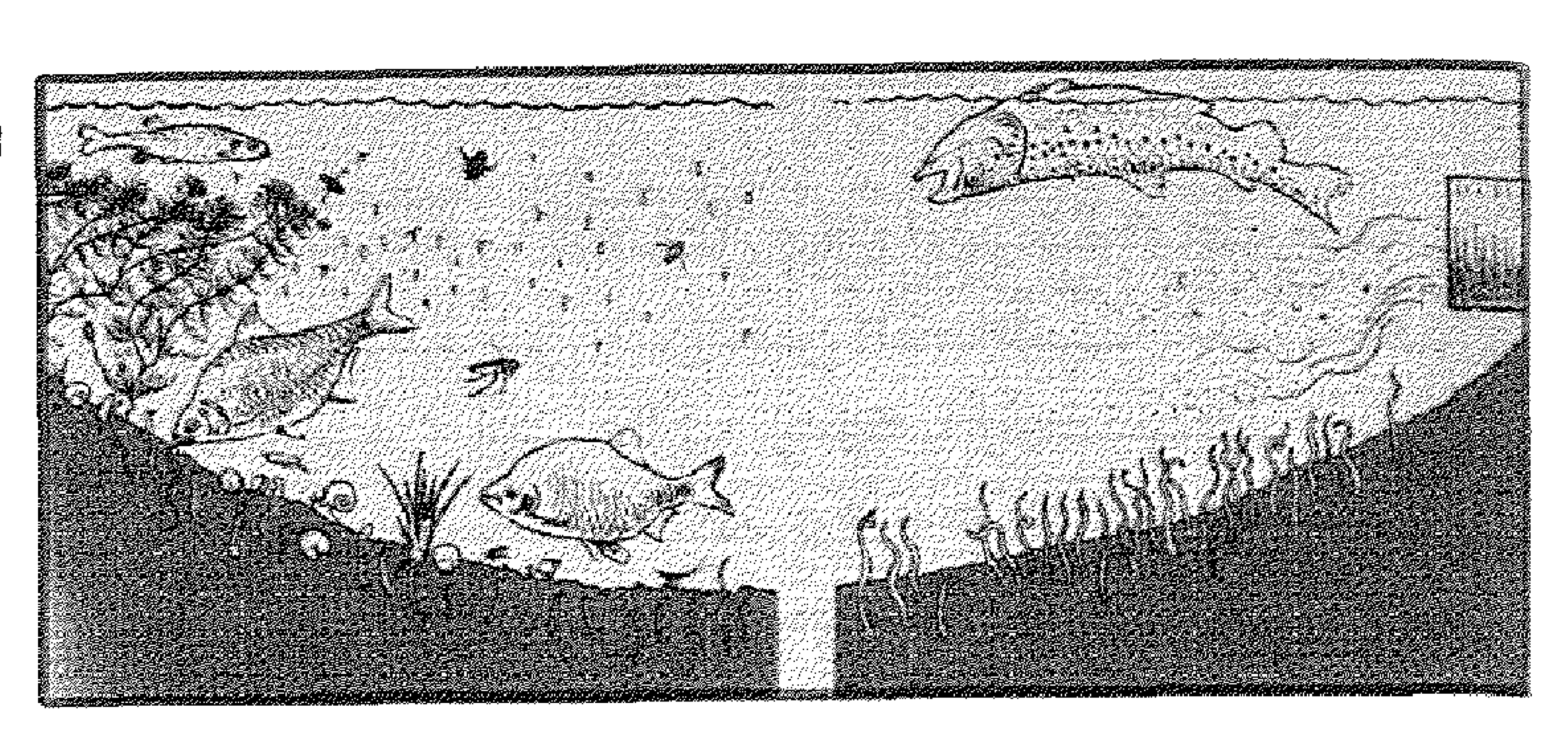
وقد يتكامل التعاقب البيئى فى هذا المستنقع بانتشار الشجيرات والأشجار، وربما يستمر هذا التعاقب إلى أن تتحول البركة الأصلية إلى غابة .

وفى المثالين السابق ذكرهما ، تكون الغابة نهاية مراحل تكوُّن الكساء الخضرى ونموه . وعندما يصل الكساء الخضرى إلى أقصى مايمكن من النمو فى المنطقة نطلق عليه ذِرْوَة الكساء الخضرى .

وتعتبر الغابات ذروة الكساء الخضرى إذا استمرت فى النمو فى المنطقة ، دون تدخل الإنسان ، ودون التعرض لاختلافات جوية عنيفة ومؤثرة . وتعنى ذِرْوَةُ النمو للغابة تغيُّرَها باستمرار ، وتجديد أشجارها على الدوام ، وذلك يكون نادرا ، فالغابة القديمة تتغير وتجدد أشجارها غالبا عقب الكوارث المحلية . ويظهر ذلك جليًا عندما تهب عاصفة شديدة ويسقط العديد من الأشجار القديمة ، وقد تحترق الغابة أيضا . وفى كلتا الحالتين يبدأ التعاقب البيئى ثانية ، وينتهى بالطبع إلى تحويل الكساء الخضرى أخيرا إلى غابات .

ولا تشبه الغابة الجديدة دائما الغابة الأصلية ، فالكوارث الطبيعية تتيح لأشعة الشمس الوصول إلى التربة مباشرة ، وذلك يؤثر على حياة الحيوانات وأنواعها فى هذه التربة . ويرجع ذلك بالطبع إلى تواجد مواد غذائية جديدة ، مما يعمل على تغير التربة نفسها . ويساعد ضوء الشمس وهذه التربة الجديدة على وجود أنواع جديدة من النباتات والحيوانات . وقد يعمل التعاقب البيئى التالى على تغير التربة كثيرا مما يتيح الحياة لأنواع أخرى من الأشجار تختلف عن الأشجار التى كانت توجد أصلا .

يعمل إلقاء الفضلات السّامة فى البركة على تدمير التنظيم البيئى.



غابة من أشجار الحور الرومى.

التعاقب البيئى يؤدى إلى قمة المجتمع الحيوى

تحدد جميع صور التعاقب البيئى التفاعل بين البيئة الطبيعية، والبيئة البيولوجية. وفى كل مرحلة من مراحل التعاقب البيئى تتغير صفات التربة الغذائية، وكذلك جوها المحيط فيما يتعلق بدرجة حرارة الأرض، وكمية الضوء وهكذا. ويعمل ذلك على تكوين بيئة تناسب كائنات حية أخرى، ويؤدى إلى ما يعرف بقمة المجتمع الحيوى. ويجب ملاحظة أن الزمن والأنواع تتأثر فى هذا الصدد بالبيئة الطبيعية مثل التربة، والجو وغيرها. ولكن العملية نفسها التى تؤدى إلى التعاقب البيئى حيوية، وليست طبيعية. فالنباتات تتأثر دائما بالحيوانات والكائنات المحللة - ويعنى ذلك أن البيئة الطبيعية تحدد شكل التعاقب البيئى، ولكن لا تتسبب فيه.

وكما سبق أن ذكرنا، يضم المجتمع النباتى المتقدم عدة أماكن مختارة ومفضلة للحيوانات المختلفة - ولذلك يوجد العديد من أنواع الحيوانات والكائنات الحية المحلِّلة. وبصيغة أخرى، كلما كان الكساء الخضرى مزدهرا ومتنوعا، زادت الأماكن المختارة والمفضلة للأنواع المختلفة للحيوانات والكائنات المحللة، ويزيد تبعا لذلك الانتفاع بالإنتاج الأولى. ويكون هذا المجتمع الحيوى المتقدم مرتبطا بشبكة غذائية معقدة، وبشبكة أخرى تتعلق بتحلل المادة العضوية. وكلما تعقدت هذه الظروف والعلاقات، كلما كان التنظيم البيئى ثابتًا ومستقرًا، ولا يؤثر على مثل هذا التنظيم البيئى إلا المؤثرات القوية القادرة على تغييره. وبعكس ذلك، فإن التنظيم البيئى البسيط يتغير أسهل وأكثر بالمؤثرات الخارجية. وسنعطى الآن مثالا للتنافس بين أنواع قريبة لبعضها فى تنظيم بيئى متقدم.

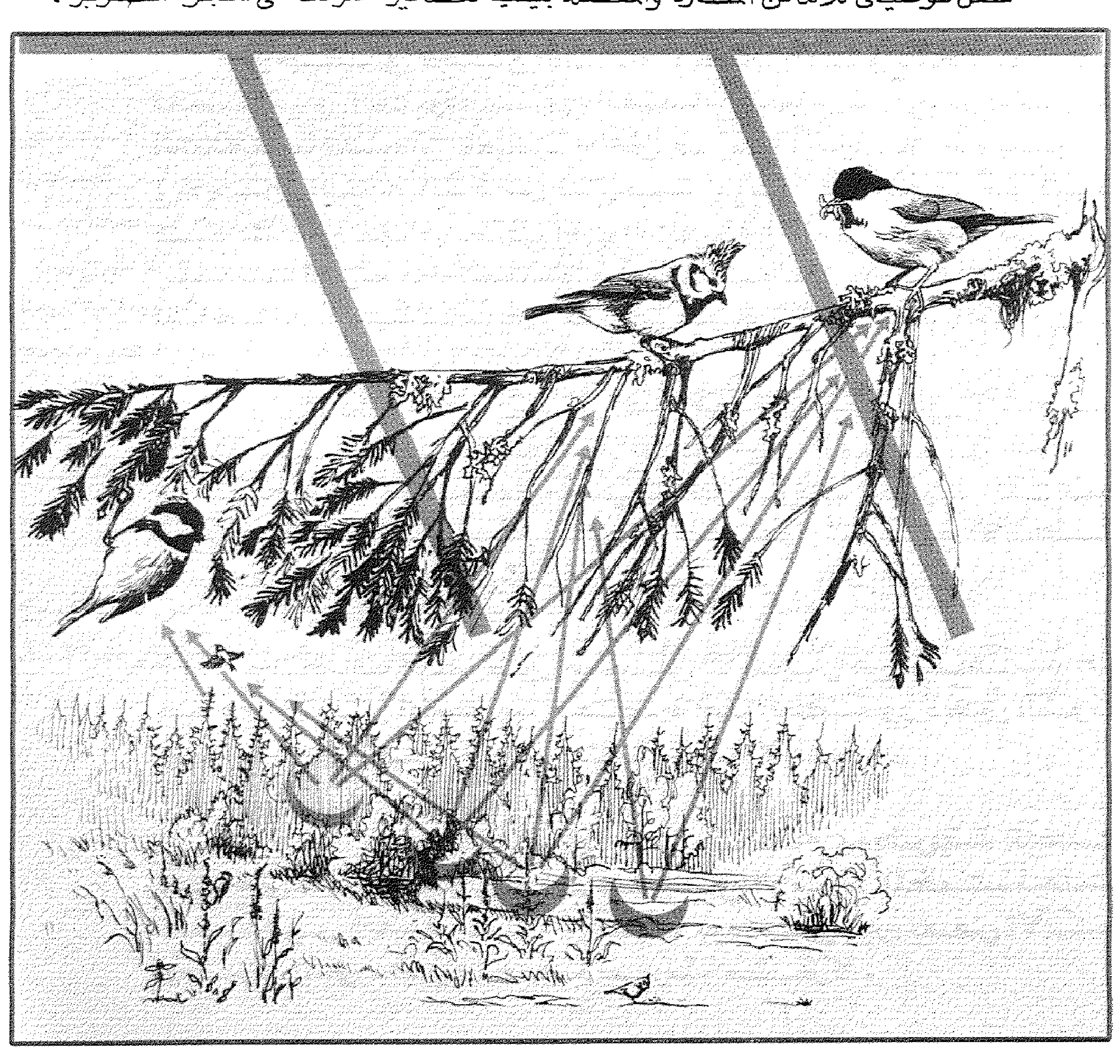
عصافير القُرقُف فى غابة من أشجار الصنوبر

فى غالبية غابات الصنوبر توجد عادة ثلاثة أنواع من القُرْقُف: قُرْقُف الصفصاف، والقُرْقُف أبوشوشة، وقُرْقُف الفحم. وتعيش هذه الأنواع الثلاثة فى كثير من غابات

الصنوبر فى أوربا جنبا إلى جنب ، وتتغذى على بذور السرخس والصنوبر - وكذلك على يرقات الحشرات المختلفة . وفى أثناء الصيف يكثُر الطعام ، وتخزن عصافير القُرْقُف بعضه للاستعمال أثناء الشتاء .

ويلاحظ تنافس طفيف بين هذه الأنواع الثلاث لعصافير القرقف رغم أكلها وتخزينها لنفس الطعام إلى حد كبير ، ويرجع ذلك أساسا إلى ما يأتى : ١- أثناء فصل الصيف يوجد الطعام بوفرة للجميع . ٢ - كل من الأنواع الثلاثة يأكل ويخزّن طعاما خاصًا لا يأبه له النوعات الآخران . ٣ - تبحث كل من الأنواع الثلاثة إلى حدٍ مّا عن الطعام فى أماكن مختلفة وبطرق مختلفة . ٤ - كل نوع يخبئ الطعام المختزن فى مكان خاص من الأشجار التى يعيش عليها .

شكل توضيحى للأماكن المختارة والمفضلة بيئيا لعصافير القُرْقُف على شجرة الصنوبر .



ويقوم قُرقُف الصفصاف ، وهو أكبر هذه العصافير الثلاث ، بتخزين الطعام فى شقوق فى قُلف سيقان شجر الصنوبر وفروعها الغليظة . أما القُرقُف أبوشوشة ، وهو أصغر قليلا من قرقف الصفصاف ، فيخبئ طعامه فى أماكن مختلفة من الأجزاء المتوسطة للأغصان ، بينما قرقف الفحم ، وهو أصغرها ، يخبئ طعامه قرب نهايات الأغصان .

ويقوم كل قُرْقُف على حدة بتخزين آلاف القطع الغذائية الصغيرة أثناء فصل الصيف . وبالطبع لايستطيع القرقف أن يتذكر الأماكن التى خبَّأ فيها طعامه ، ولكن إذا خبَّأ كل نوع من عصافير القرقف طعامه فى أماكن معينة من أشجار الصنوبر ، يفيد هذا الطعام كل أفراد النوع فيما بعد .

وأحيانا فى فصل الشتاء تبحث الأنواع المختلفة لعصافير القرقف عن الطعام جماعة . ويبحث قرقف الصفصاف عن طعامه على جذوع أشجار الصنوبر والأجزاء الداخلية من فروعها ، أما القرقف أبو شوشة فيبحث عن طعامه على أجزاء الفروع المتوسطة ، بينما يبحث قرقف الفحم عن طعامه على الأجزاء الخارجية للأغصان ، وبذلك يقل التنافس بين هذه الأنواع الثلاث كثيرا .

وفى بعض الأحيان يشارك العصفور متسلق الأشجار ، والعصفور ذهبى الشوشة عصافير القرقف فى البحث عن الطعام ، ويكوِّنون جميعا ما يعرف بسرب القرقف المختلط ، رغم عدم انتماء العصفور متسلق الأشجار ، والعصفور ذهبى الشوشة إلى عصافير القرقف .

ويبحث العصفور متسلق الأشجار عن طعامه على جذوع شجر الصنوبر فقط ، أما العصفور ذهبى الشوشة فيبحث عن طعامه على نهايات الأغصان .

ويعمل الاختلاف فى اختيار الطعام ، وطريقة البحث عنه على عدم ظهور أى تنافس بين الأنواع المختلفة لعصافير القُرْقُف ، وأيضا بينها وبين بعض الأنواع الأخرى التى تكوّن معها سربًا مشتركا .

ولكل الأنواع الثلاث لعصافير القرقف سابقة الذكر عشوش على شكل تجاويف ، ورغم ذلك أيضا لا يوجد تنافس بينها . فقرقف الصفصاف يتكاثر في الشقوق العالية التي يبنيها بنفسه في الأشجار البالية ، ويتخذ القرقف أبو شوشة عشه على مستوى منخفض في التجاويف الطبيعية ، ولكنه في بعض الأحيان يصنع عشه بنفسه في جذوع الأشجار البالية ، أما قرقف الفحم فلا يستطيع صنع عشه بنفسه ، ويتخذ من أي تجويف في التربة عُشًّا له .

وبوجه عام فالتنافس بين قرقف الصفصاف ، والقرقف أبو شوشة ، وقرقف الفحم ضئيل جدا ، فبالرغم من التشابه الواضح بينها ، فلكل منها مكانه المختار المفضل في نفس البيئة .

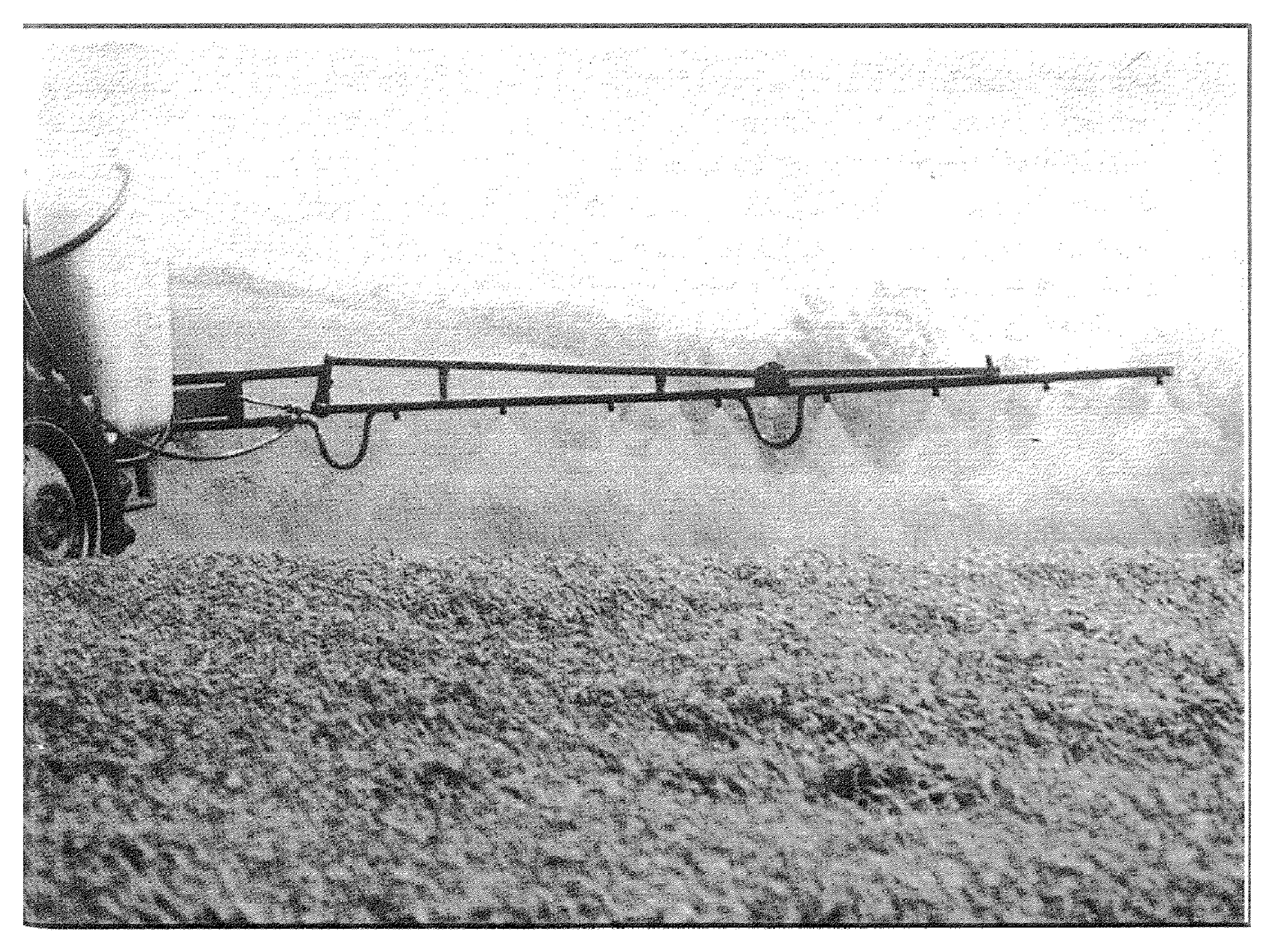
التنظيم البيئي البسيط

تعتبر منطقة المراعي إلى حد كبير مثالاً للتنظيم البيئي البسيط ، ففيها تمتد سهول الأعشاب التي تتناثر فيها الشجيرات وبعض الأشجار . وتعيش في هذه المنطقة قطعان كبيرة من الحيوانات آكلة الأعشاب وأوراق الشجيرات والأشجار مثل الظباء ، وحمير الوحش ، والزراف وغيرها . وقد يؤدي غياب الأمطار إلى موت آلاف الحيوانات ، كذلك يسبب نقص نمو الكساء الخضري الكثير من المشكلات الغذائية . ولكن في الغالب يكون نقص ماء الشرب السبب الرئيسي في موت الحيوانات بالجملة . وتغيُّرُ الإنتاج الأولي كثيرا في منطقة المراعي يسبب أيضا تغيرا كبيرا في أعداد الحيوانات .

كذلك تعتبر منطقة القطب الشمالي مثالا آخر للتنظيم البيئي البسيط ، ففي هذه المنطقة ربما يحول استمرار تساقط الثلوج في فصل الربيع دون تناسل أي طائر .

أما فى التنظيم البيئى المعقد مثل الغابات فلا يظهر أى تغيير كبير فى المجتمع الحيوانى. كذلك لم نسمع أبدًا أن غابة تأثرت بالشتاء القارس، أو قلة الأمطار، أو أى مؤثر آخر من هذا القبيل. فعندما يكون تغير الإنتاج الأولى ضئيلا جدًا يكون احتمال تغير كبير فى أعداد الحيوانات ضئيلا جدا أيضا.

والأرض المزروعة مثال جيد لتنظيم بيئى غاية فى البساطة، حيث يُزرع نوع واحد فقط من النبات فى مساحات شاسعة. مثل هذه المساحات الزراعية تكون دائما معرّضة للإصابة بالحشرات آكلة النباتات، حيث تجد الطعام سهلا ووفيرا، فتتكاثر إلى أعداد مهولة لا حصر لها. وفى مثل هذه الظروف لا تتكاثر الحشرات المفترسة وطفيليات الحشرات بنفس سرعة تكاثر الحشرات آكلة النباتات، ولذلك لا تحد من تكاثرها كما تفعل فى الظروف الطبيعية. وتعرف الحشرات آكلة النباتات بالآفات الحشرية لأنها تهدد بإتلاف المحصول وهلاكه.



ولذلك لابد من تدخل الفلاح للمحافظة على محصول الأرض الزراعية وحمايته . وتُحارب هذه الحشرات بواسطة المبيدات الحشرية التى تقتل معظمها . ولكن تتكوَّن فى بعض الحشرات مناعة ضد هذه السموم فتبقى حية ، وتتورّث هذه المناعة لأجيالها القادمة ، وذلك يتطلب زيادة كمية السموم المستعملة فى محاربة الآفات الزراعية .

وعادة يتم التعاقب البيئى ببطء شديد بحيث لايمكن لإنسان أن يلاحظه . ولكن توجد حالات كثيرة تعطى الفرصة لتتبع هذا التعاقب فى وقت معقول ، وسنعطى الآن بعض الأمثلة لذلك .

إذا فحصنا مثلاً حديقة نامية منذ عدة أجيال ، نلاحظ على الفور مراحل متعددة لتعاقب الطيور المختلفة . فمن الطبيعى أن تتزايد أنواع الحيوانات ، وكذلك أعداد كل نوع منها على حدة بزيادة الكساء الخضرى .



رش الحقول الزراعية

وبمقارنة القطاعات العرضية لمناطق مختلفة تتبع أجيالا مختلفة يتضح لنا بسهولة تغير الكساء الخضرى ، كما تتضح أيضا أهمية البيئة الطبيعية ، وخاصة إذا قارنا بين الانحدارات الشمالية والجنوبية لنفس المنطقة .

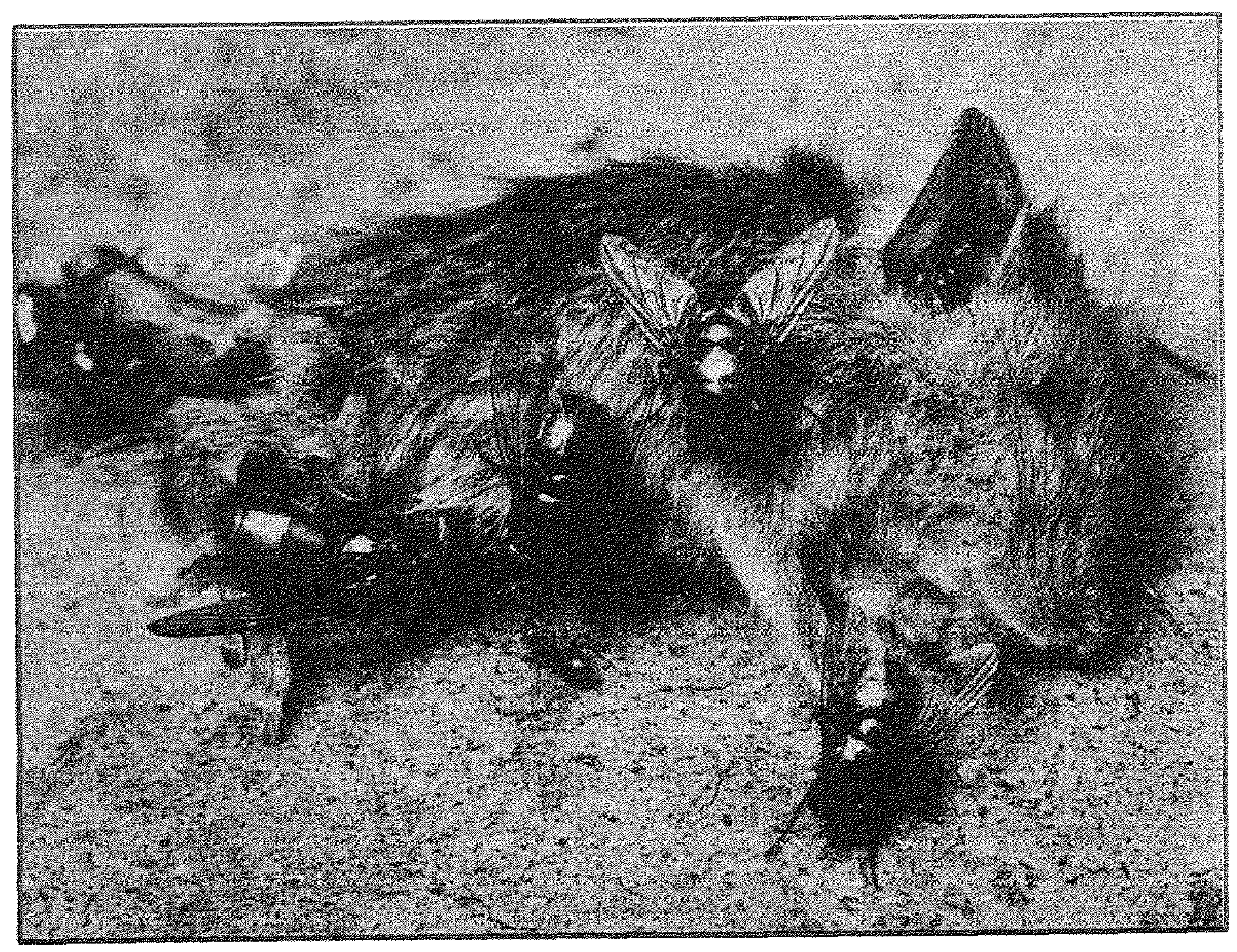
وفى الغابة يمكن تتبع التعاقب البيئى أثناء تحلل جذع شجرة مُلقىً على الأرض . وبمقارنة مثل هذه الجذوع الملقاة على أرض الغابة والتى تتبع أجيالا مختلفة ، نلاحظ أن كل طور من التعاقب البيئى له حيواناته الخاصة به . ويمكن بسهولة العثور على كثير من الحيوانات بمجرد الخدش فى الخشب المتحلل .

وعند وضع حيوان ميت فى غابة أثناء فصل الصيف يمكن تتبع التعاقب البيئى كاملاً خلال أسبوعين تقريبا .

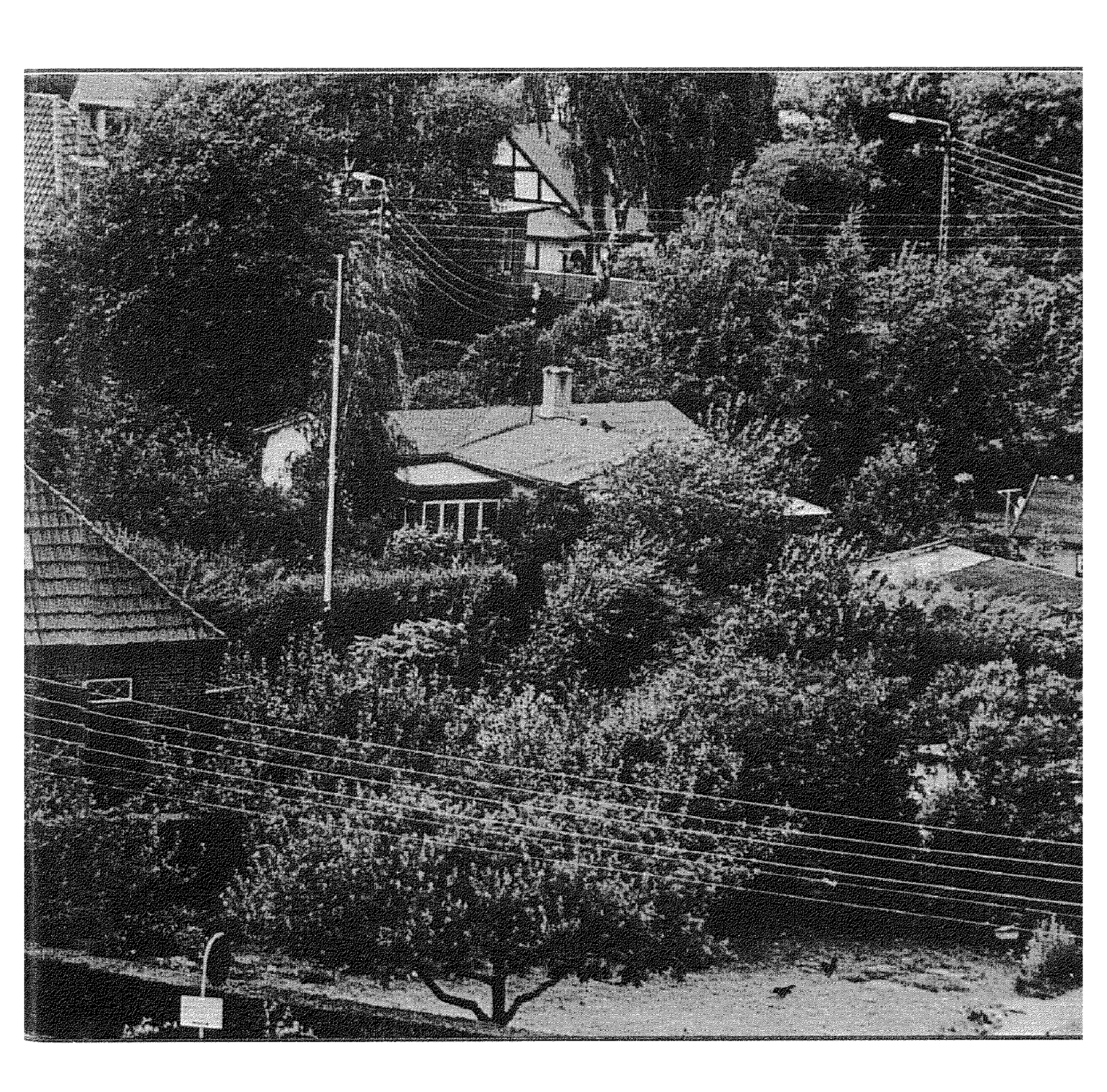


تقوم الفطريات بدور هام فى تحلل جذوع الأشجار الملقاة على أرض الغابة . ومن هذه الفطريات عيش الغراب البرى .

ويمكن إجراء ذلك بدجاجة ميتة لسهولة الحصول عليها ، ويجب إزالة ريشها حتى يسهل فحصها فيما بعد . تصل أول ذبابة لحم إلى جسم الدجاجة الميتة خلال دقائق قليلة ، وبعد ساعة أو ساعتين يضع هذا الذباب بيضه على جسم الدجاجة . ويستمر وضع البيض إلى بضعة أيام أخرى ، وبعد ثلاثة أيام من وضع البيض تخرج اليرقات وتنتشر فوق جسم الدجاجة . بعد ذلك تظهر بعض الخنافس وغيرها من الحيوانات الرمِّية ، وسرعان ما يؤكل لحم الدجاجة جميعه . وأثناء الأيام القليلة القادمة تتغير الصورة باستمرار ، وتكفى زيارة الدجاجة الميتة مرة واحدة فى اليوم لملاحظة الحيوانات المختلفة ، ووقت وصولها ، ودور كل منها فى هذا التعاقب البيئى .

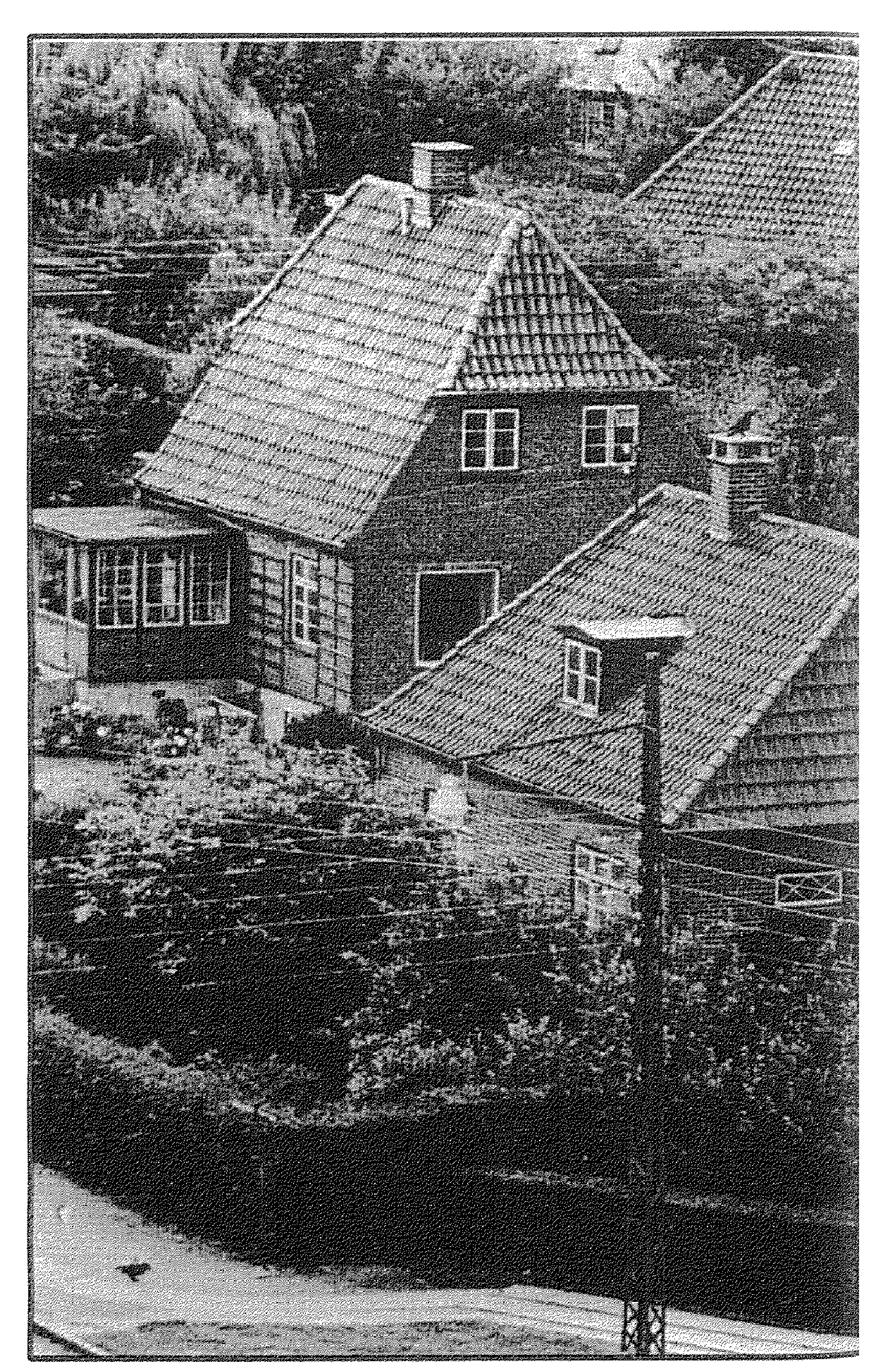


ذباب اللحم يضع بيضه على جسم ميت لفأر الغيط طويل الذيل .



6-٦ - للحيوانات مقاطعات محددة

إذا فحصنا أعداد كل نوع من الطيور لعدة سنوات متتالية ، في غابة متساقطة الأوراق مثلا ، نلاحظ أن معظم هذه الأنواع تحافظ على عددها تقريبا من سنة إلى أخرى. ويستحسن إجراء هذا الإحصاء في صباح أحد أيام الربيع ، ويتم ذلك بإحصاء عدد الذكور المغردة. وعلى خريطة أي غابة نستطيع أن نعلِّم الأماكن



تعتبر الأماكن المسكونة موطنا ملائما للشحارير ، إذ تهيئ لها إمكانيات كبيرة للعثور على الطعام ، وأماكن تصلح لعشوشها ، ومخابئ آمنة ضد أعدائها ، ومواقع مناسبة لتغريدها.

التى نجد فيها شحرورا يغرّد . ويجب إجراء عدة إحصاءات على فترات تفصلها أيام قليلة ، حتى نتأكد تماما من إحصاء كل الشحارير الموجودة . وبهذه الطريقة تكون معظم الشحارير قد أحصيت عدة مرات . وإذا قارنّا خرائط الإحصاءات المختلفة نجد أن الشحارير المغردة فى كل منها موجودة فى نفس الأماكن . وذلك يعنى أن الشحارير قسمت الغابة بينها إلى حدّ مّا ، وأن لكل منها مقاطعته المحددة .

ومن المؤكد أن تكوين المقاطعات المحددة أحد العوامل التى تحدد عدد الشحارير التى تعيش فى غابة ما . وسندرس الآن كيفية تكوين المقاطعات المحددة ، وأهمية تأمين ذكر الشحرور لمنطقة محددة بعيدا عن الذكور الأخرى .

إذا وضعنا طعاما فى متناول الطيور أثناء فصل الشتاء نلاحظ كثيرا من المشاهد الهامة والمشوّقة . فعادة تصل عدة أنواع مختلفة من الطيور لتتغذى فى نفس الوقت ، وقد تظهر



يبدأ العراك بين ذكور الشحارير عندما يتجاوز أحدها حدود المقاطعة المحددة للآخر .

أيضا طيور عديدة من نفس النوع . وأحيانا تهدد الطيور بعضها البعض ، وقد ينشأ بينها بعض العراك . ولكن بوجه عام تسود العلاقات السلمية بين هذه الطيور . ويدل ذلك على أن الأنواع المختلفة من الطيور تتنقل صحبة بعضها البعض ، وكذلك الطيور من نفس النوع تبقى مجاورة لبعضها دون عراك ، ويظهر ذلك جليا عندما نشاهد مجموعة من الشحارير تأكل الطعام الذى يلقى لها دون أن ينشب بينها أى عراك .

تكوين المقاطعات المحددة

عندما يقترب فصل الربيع تصبح الشحارير أكثر عدوانية ، وكثيرا ما يهدد بعضها البعض عند الاقتراب من الطعام ، وأحيانا ينشب عراك جَدّى بين ذكرين . وفى نهاية فصل الشتاء قد يوجد فقط ذكر وأنثى فى مكان الرَّعى ، إذ تطرد الشحارير الأخرى عند محاولتها الاقتراب من الطعام . وبالتدريج تصبح هذه المساحة فى منطقة الرعى محمية ضد الشحارير الأخرى ، وبذلك يكون هذا الزوج من الشحارير قد كوَّن لنفسه مقاطعة محددة .



شحرور يطعم صغاره بديدان الأرض

تبدأ ذكور الشحرور فى التغريد من مواقع التغريد خاصة فى الصباح والمساء، وبهذه الطريقة تُعلم الشحارير الأخرى ان المقاطعات المحددة قد تم شغلها . وللذكر الأعزب يكون التغريد بمثابة وسيلة يجذب بها الأنثى العزباء .

وإذا حاول أحد ذكور الشحارير الدخول إلى إحدى المقاطعات المحددة سرعان مايتصدى له صاحبها ويحاول طرده بعيدا . وفى أول الأمر يحاول صاحب المقاطعة تهديد هذا الدخيل باتخاذ بعض مواقف التهديد ، ولكن إذا لم يتأثر الدخيل بذلك ، ولم يَخَفْ ويتراجع ، فلا بد من نشوب العراك بين الذكرين . وفى معظم الحالات ينجح صاحب المقاطعة فى طرد الدخيل وإبعاده .

وبالتدريج يعرف كل زوج من الشحارير المقاطعات المحددة لأزواج الشحارير الأخرى . وعندما تكون حدود هذه المقاطعات متباعدة ، نادرا ماتدخل الشحارير مقاطعات أخرى غير مقاطعاتها الخاصة بها . وإذا حدث واخترق أحد الشحارير حدود مقاطعة شحرور مجاورة ، سرعان مايطير بعيدا عندما يظهر له صاحب المقاطعة ، ولذلك نادرا مايحدث عراك بين شحارير المقاطعات المجاورة .

وعادة يتحول كل زوج من الشحارير فى منطقة أو أكثر بالقرب من المقاطعة المحددة الخاصة بهما . ومثل هذه المناطق لا تتبع بالطبع للمقاطعات المحددة الخاصة للشحارير الأخرى . وتعرف بالمناطق المحايدة ، ويمكن لعدة أزواج من الشحارير أن تلتقى فيها بحثا عن الطعام دون أن يحدث أى عراك بينها . وتعرف المقاطعة المحددة للشحرور ومايجاورها من مناطق محايدة بالموطن المحدد.



الشحرور يغرد في مقاطعته المحددة.

يُبنى العش داخل حدود المقاطعة المحددة ، كذلك يبحث الزوجان عن طعامهما وطعام صغارهما داخل هذه المقاطعة ، وأحيانا في المناطق المحايدة المجاورة . ويمكن أن تُشْغَل مثل هذه المقاطعات بأنواع مختلفة من الطيور والحيوانات الأخرى ، وبذلك تضمن لها جميعا فرصة الحصول على الطعام ، وبناء العشوش والتناسل ، وإطعام الصغار في سلام ، وبدون أي إزعاج من أفراد أخرى من نفس نوعها .

وبمقارنة أعداد الشحارير في غابات مختلفة يتضح أن عدد أزواجها في مساحة كيلومتر مربع يختلف كثيرا في هذه الغابات . كذلك يختلف عدد الشحارير في المناطق المختلفة لنفس الغابة ، لذلك لابد وأن يوجد اختلاف في صلاحية هذه المناطق جميعها لمثل هذه الطيور . ففرصة الحصول على الطعام تختلف من منطقة إلى أخرى ، وعليه يوجد اختلاف في قدرة تحمل هذه المناطق . وتوجد غالبا علاقة بين قدرة التحمل لمنطقة ما ، وعدد



تعيش الطيور من الأنواع المختلفة جنبا إلى جنب . ويظهر في هذا الشكل شحرور يبحث عن طعامه في المقاطعة المحددة للدّجّ المغرد .

حيوانات النوع الواحد التى تعيش فيها . فالمنطقة الغنية بالطعام تضم أفرادا أكثر من نفس النوع عما تضمه منطقة أخرى تفتقر إلى الطعام . وكمية الطعام المتاحة لنوع من الحيوانات فى منطقته المختارة والمفضلة فى بيئته تعطى فكرة واضحة عن قدرة تحمل هذه المنطقة .

ولا تخضع أعداد الحيوانات من النوع الواحد فقط لإمكانية حصولها على الطعام ، ولكن إمكانية حصولها على أماكن تختبئ فيها له نفس الأهمية . فليس مفيدا للشحارير أن تعيش فى منطقة زراعية غنية بالطعام المناسب لها إذا لم يتوفر فى هذه المنطقة الأماكن المتباعدة الصالحة لبناء عشوشها . وفى بعض الحالات يكون لوجود الحيوانات المفترسة أهمية كبرى فى تحديد أعداد نوع أو أكثر من الحيوانات فى منطقة ما .

ولوجود مقاطعات محددة لكل نوع من الحيوانات لا يمكن لحديقة ما أن تكتظ بعصافير القُرقُف الأزرق فى موسم التزاوج بوضع كثير من الصناديق الخاصة بها ، رغم وجود وفرة من الطعام المناسب لها . ومهما كانت إمكانيات منطقة ما ، يكون لكل نوع من الحيوانات حدٌ معين لاحتياجات مقاطعته المحددة أو موطنه المحدد .

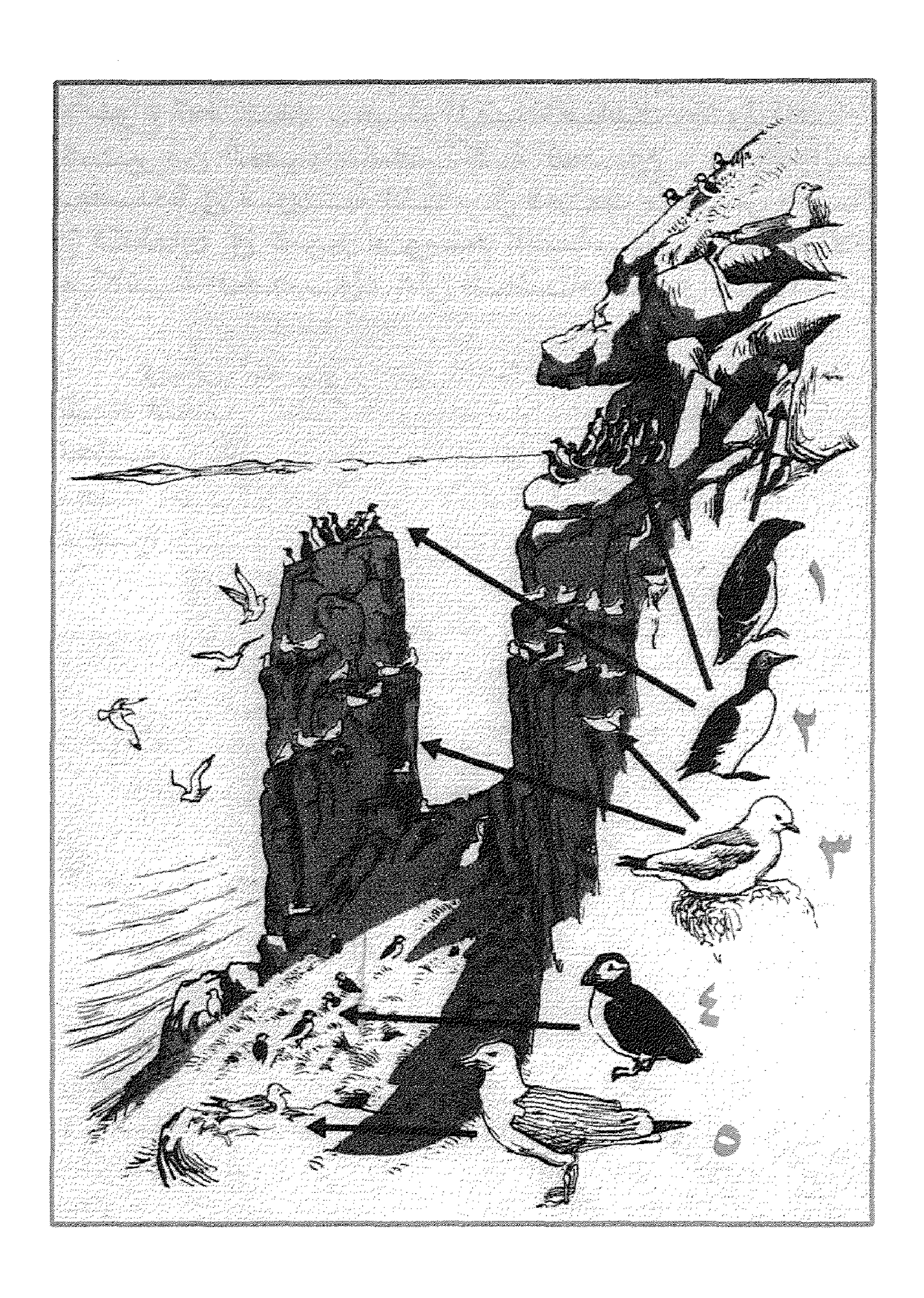
أما إذا وضعنا فى الحديقة صناديق تختلف عن بعضها فى الحجم وفتحات الدخول إليها ، فإن هذا الاختلاف يُفيد كثيرا فى تشجيع عدد كبير من الأنواع المختلفة للطيور لتسكن فى هذه الصناديق . ومن الممكن مثلا أن يُقبل إلى هذه الحديقة الزرزور ، والقُرقُف الكبير ، والقَرقُف الازرق ، والحُمَيْراء ، والعصفور الدَّورى ، وعصفور الشجر لتتناسل فى هذه الصناديق المختلفة التى تجاور بعضها . يتضح لنا من ذلك أن الدفاع عن المقاطعة المحددة يكون فقط ضد الأفراد الأخرى من نفس النوع لكل حيوان .

متطلبات المقاطعات المحددة تختلف من حيوان لآخر

يتخذ كثير من أنواع الحيوانات مقاطعات محددة لها فقط لتضمن مكانا تتناسل فيه في سلام ، بعيدا عن الأفراد الأخرى من نفس نوعها . وذلك ينطبق على كثير من الطيور ، وأيضا على بعض الثدييات والأسماك . فطائر النورس ، وخُطّاف البحر ، والألسيدى تتناسل في مستعمرات توجد غالبا على الجزر أو أشباه الجزر البعيدة جدا ، أو على الأسطح الأفقية للجروف الصخرية . وتختلف أعداد هذه المستعمرات من عدة أزواج إلى ملايين عديدة من الأزواج . وفي أنواع الطيور هذه ، تتضمن المقاطعة المحددة العش فقط ، أو العش وبعض الأماكن القريبة منه . وتتناسل طيور الغَلْموت قريبا جدا من بعضها البعض لدرجة أن الطيور تتلامس في فترة التفريخ . ولطائر النورس مقاطعة محددة تتراوح بين خمسة وعشرة أمتار مربعة حول العش . وتتخذ هذه الطيور مقاطعات من هذا القبيل لأنها تبحث عن طعامها في أماكن تبعد عن العش بمسافات كبيرة قد تصل إلى عدة كيلو مترات . وقد دلت الدراسات على أن طائر جَلَم الماء الشائع الذى يتناسل في مستعمرات على جزر الفارو بالمحيط الأطلسى يحصل على طعامه وطعام صغاره من أماكن تبعد حوالى ألف كيلو متر عن عشه .

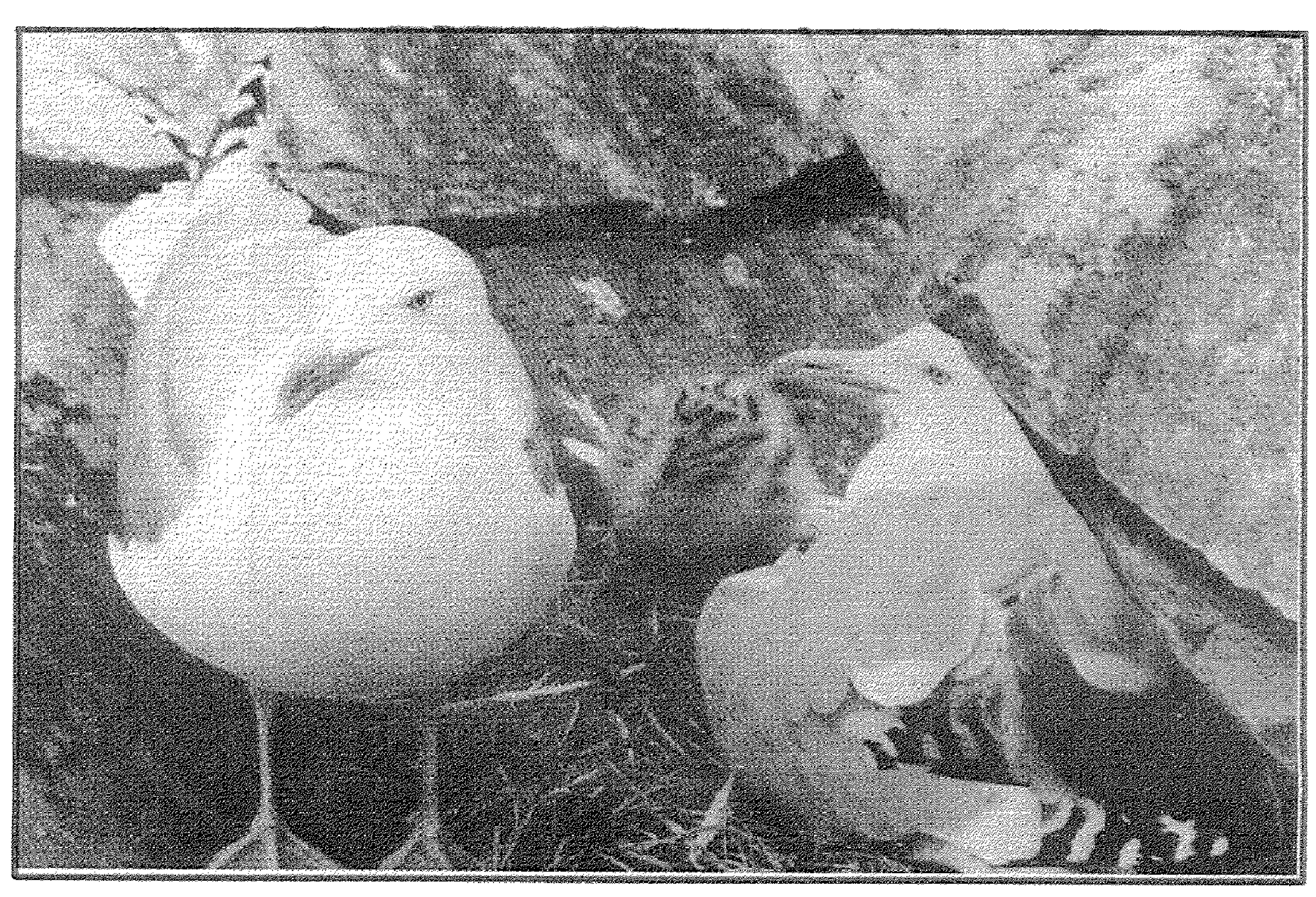
على الجرف الصخرى للطيور بجزيرة هورنى فى شمال النرويج تتناسل الطيور جنبًا إلى جنب فى مستعمرات كثيرة العدد .

١ - الطائر ذو المنقار الموسى ، ٢ - الغلموت ، ٣ - الكيتيويك ، ٤ - البوفين ، ٥ - نورس الرنجة .

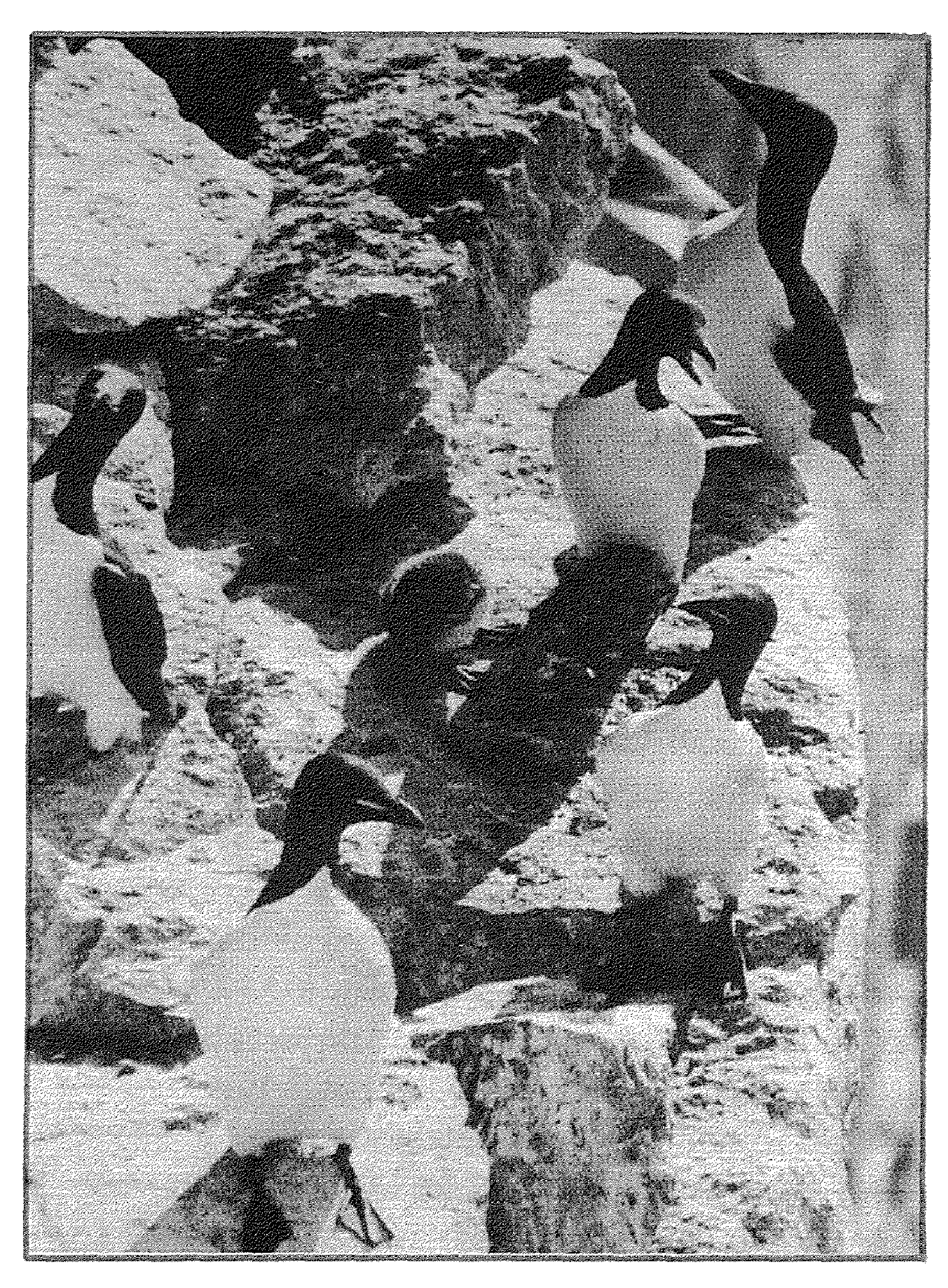

١
٢
٣
٤
٥

وتتخذ غالبية الحيوانات التى لها مقاطعات محددة مثل هذه المقاطعات فقط أثناء موسم التناسل ، ولكن بعض الأنواع تحتفظ بهذه المقاطعات طول العام ، وذلك ينطبق على كثير من الحيوانات آكلة اللحوم . والحيوانات التى لها مقاطعات محددة فى موسم التناسل فقط تعيش رحالة ، إما فرادى أو فى قطعان فى غير موسم التناسل . وفى حالات كثيرة تحدد إمكانية الحصول على الطعام المدى الذى ينتقل فيه الحيوان .

وبين الطيور على وجه الخصوص نجد أنواعًا كثيرة تهاجر اثناء فصل الشتاء إلى أماكن بعيدة جدا عن عشوشها . وغالبية هذه الطيور تترك مكان تناسلها وتعود إليه فى أوقات معينة سنة بعد أخرى ، وليس للجو أو الظروف الغذائية أى تأثير على هجرة هذه الأنواع من الطيور .

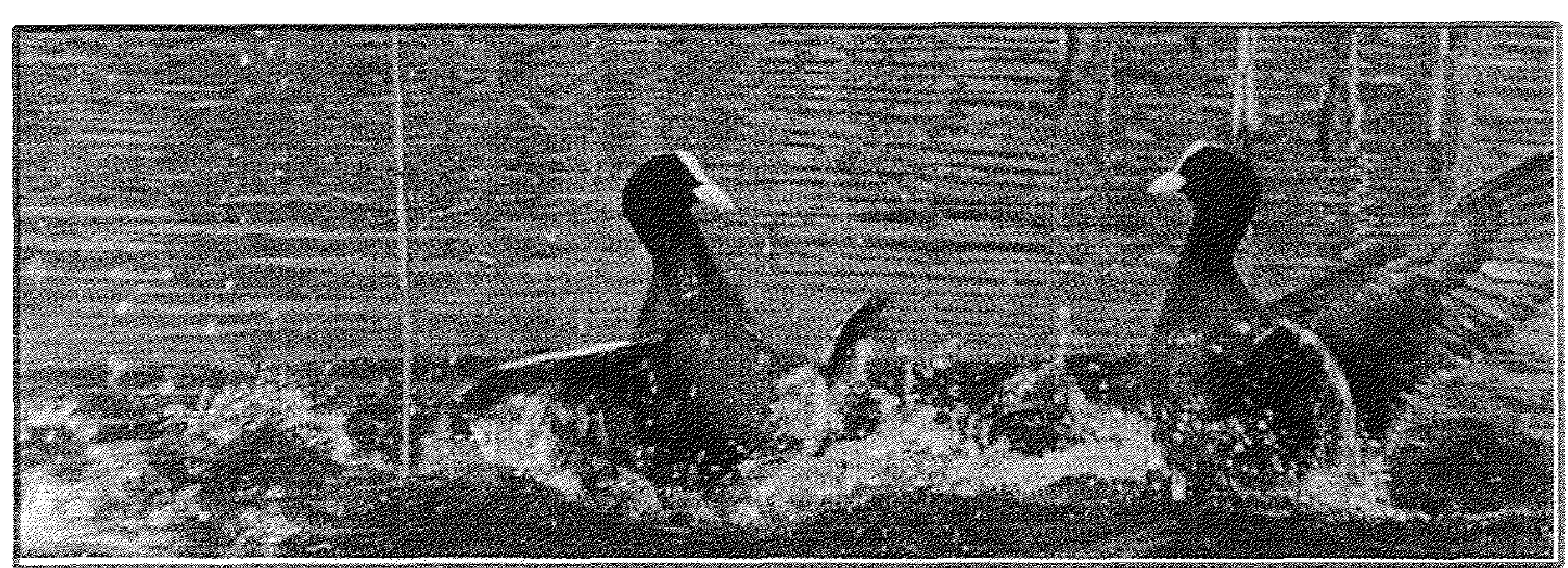


ذكر وأنثى نورس الرنجة فى العش .



طيور الغَلْموت على أحد الجروف الصخرية.





تعيش طيور الغر فى أسراب أثناء فصل الشتاء، ولكن فى موسم التزاوج تصبح هذه الطيور عدوانية إلى درجة كبيرة، وتدافع عن مقاطعاتها المحددة بشدة

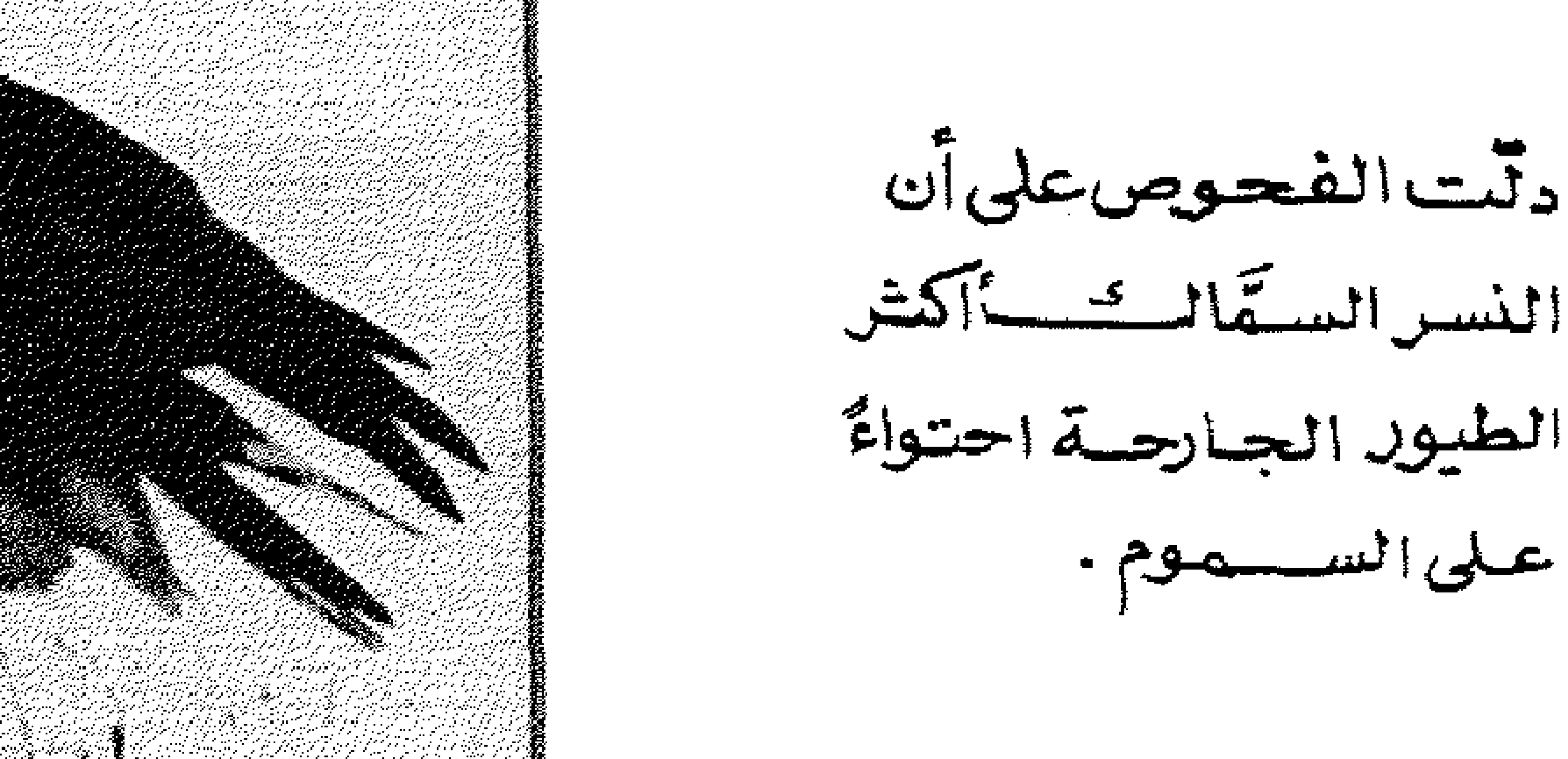
وبعض الحيوانات، مثل زرزور الماء، تحتفظ بمقاطعات محددة لفصل الشتاء، وهى غالبا تبعد كثيرا عن المقاطعات المحددة للتناسل. وتعرف المقاطعة المحددة لفصل الشتاء كذلك بالمقاطعة المحددة للغذاء، ووظيفتها ضمان الطعام للحيوان دون أى تنافس من الأفراد الأخرى من نفس نوعه.

وكثير جدا من الحيوانات التى تعيش فى قطعان لا تتمسك بأى مقاطعات محددة، ولكنها تتجول فى حدود منطقة قد تكون كبيرة أو صغيرة، وتعرف بالموطن المحدد، ومثال ذلك الأيائل، وكثير من الأسماك والحشرات. وتحدد كمية الغذاء المتاحة داخل الموطن المحدد أعداد الحيوانات التى تعيش فى قطعان، ففى الموسم الذى يقل فيه الغذاء للغاية يعنى هبوط أعداد هذه الحيوانات إلى أقل مستوى. كذلك تحُدُّ من ازدياد هذه الحيوانات أيضا إمكانيات التناسل، وانتشار الحيوانات المفترسة. ونلاحظ دائما أن أعداد الحيوانات التى تعيش فى قطعان تظل ثابتة لفترات طويلة.



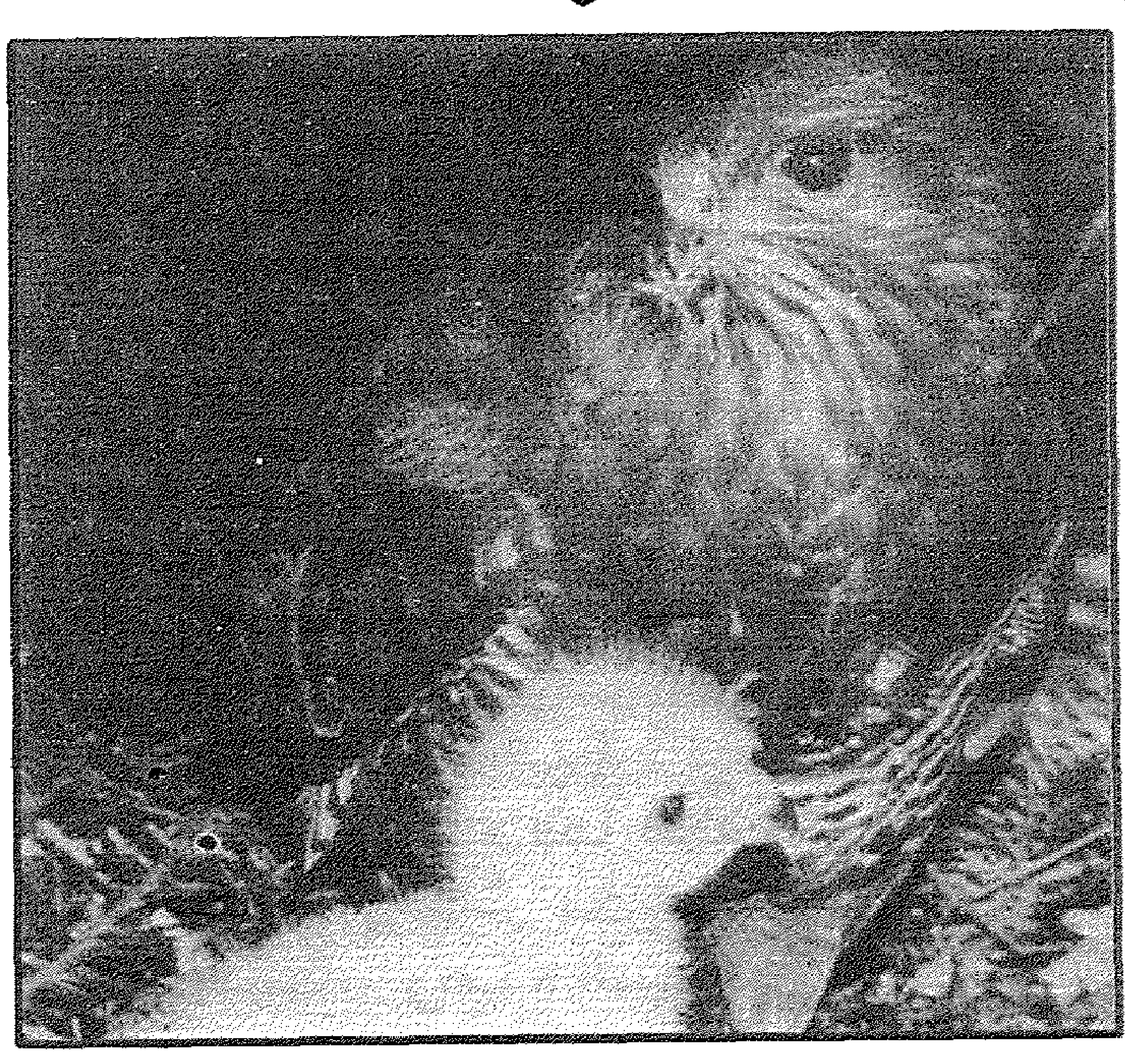
يتوقف حجم المقاطعة المحددة الشتوية لزرزور الماء على كمية الطعام الموجودة في الغدير وبواسطة وضع حلقات مرقومة في أرجل طيور زرزور الماء ظهر أن الطائر لا يكتفي بمقاطعة محددة واحدة في الشتاء .

لقد أخذنا فكرة مبسطة عن المتطلبات المختلفة للحيوانات في المقاطعات المحددة ، أو الموطن المحدد . ففأر الغيط كما نعرف لا يحتاج لمقاطعة محددة أكثر من بضعة أمتار مربعة . أما الحيوانات المفترسة آكلة اللحوم التي تتغذى على فأر الغيط مثل العرسة ، والصقر البلدي فلا بد لها من مقاطعات محددة كبيرة حتى تحتوي على أعداد كثيرة من المقاطعات المحددة لفأر الغيط . وقد سبق أن ذكرنا أن الكائنات الحية داخل أي تنظيم بيئي تعتمد إلى حد كبير بعضها على بعض ، ولذلك فأعداد أنواع هذه الحيوانات يتأثر إذا اختفى أي نوع منها . وإذا أردنا المحافظة على تنظيم بيئي بقدر الإمكان لابد وأن نتنبه جيدًا لأنواع الكائنات التي لها متطلبات أكثر في المقاطعة المحددة ، أو الموطن المحدد . ولذلك ليس كافيا أن حماية الطيور الجارحة بعدم صيدها للحفاظ عليها ، كما هو معمول به في بلدان كثيرة منذ عدة سنوات ، لأن هذه الطيور بطبعها حساسة جدا لأي إزعاج ، ولذلك يجب أولا تأمين أماكن آمنة لتناسل هذه الطيور ، وبعيدة عن إزعاج الإنسان لها . إذا أردنا بقاءها باستمرار على مر الزمان . ويتأثر كثير من الطيور بالسموم الناتجة من تلوث البيئة وخاصة المبيدات الحشرية التي تستعمل كثيرا في مقاومة الآفات التي تصيب النباتات عامة . ومثل هذه السموم تقلل من قدرة الطيور على التناسل ، وقد تقتلها في بعض الأحيان . وإذا كانت الطيور الجارحة آكلة اللحوم تتأثر أكثر بهذه السموم ، فلأنها تكوّن الوصلة الأخيرة في السلسلة الغذائية ، ولذلك تحصل على كميات أكبر من هذه السموم . وكما نعرف تعالج البذور عامة لدرجة كبيرة بمركبات الزئبق السامة وذلك لمنع الفطريات من إصابتها وإتلافها فتفقد القدرة على الإنبات . وعندما يأكل حيوان كفأر أو طائر مثل هذه البذور سرعان ما تنتقل السموم إلى أجهزة جسمه . وهذه السموم لا تتحلل ، ولكنها تتجمع في كميات تتزايد




دلت الفحوص على أن النسر السمّاك أكثر الطيور الجارحة احتواءً على السموم .

داخل جسم الحيوان . وفى الحيوانات قصيرة العمر لايكون لهذه السموم تأثير واضح لأنها تكون بكميات ضئيلة ، ولايتيح لها قصر عمر الحيوان التجمع لدرجة تكون ضارّة به . أما الطيور الجارحة فتعيش لمدة طويلة ، وتأكل أعدادًا كثيرة من الحيوانات التى تصيدها ، وكل من هذه الحيوانات يحمل فى جسمه كمية قليلة من السموم غير ضارّة فى حد ذاتها ، ولكن عندما تتجمع مثل هذه الكميات القليلة من السموم الموجودة فى أعداد كثيرة من الحيوانات تكوّن بالطبع كميّة كبيرة من السموم تكون كافية لتقلل من قدرة الطيور الجارحة على التناسل ، وقد تسلبها هذه القدرة تماما . وليس بمستغرب أبدًا أن تتناقص الطيور الجارحة كثيرا خلال عشرات السنين الأخيرة فى المناطق الصناعية الكبرى فى العالم حيث تستعمل السموم بدرجة كبيرة فى الزراعة وتحدث الآن نفس الظاهرة فى الإنسان لما له من عمر طويل يتناول أثناءه الكثير من الطعام الملوث بالمبيدات وآثار المعادن الثقيلة التى تؤدى إلى الحدّ من قدرته على الإنجاب وانخفاض قدرته على التكاثر .



الصقر الحوّام أكثر نجاحًا فى حياته من النسر السماك ، ولا تؤثر السموم على قدرته على التناسل كثيرا كما تفعل فى حالة النسر السمّاك .

نباتات وحيوانات النوع الواحد تعيش فى مجموعة سكانية

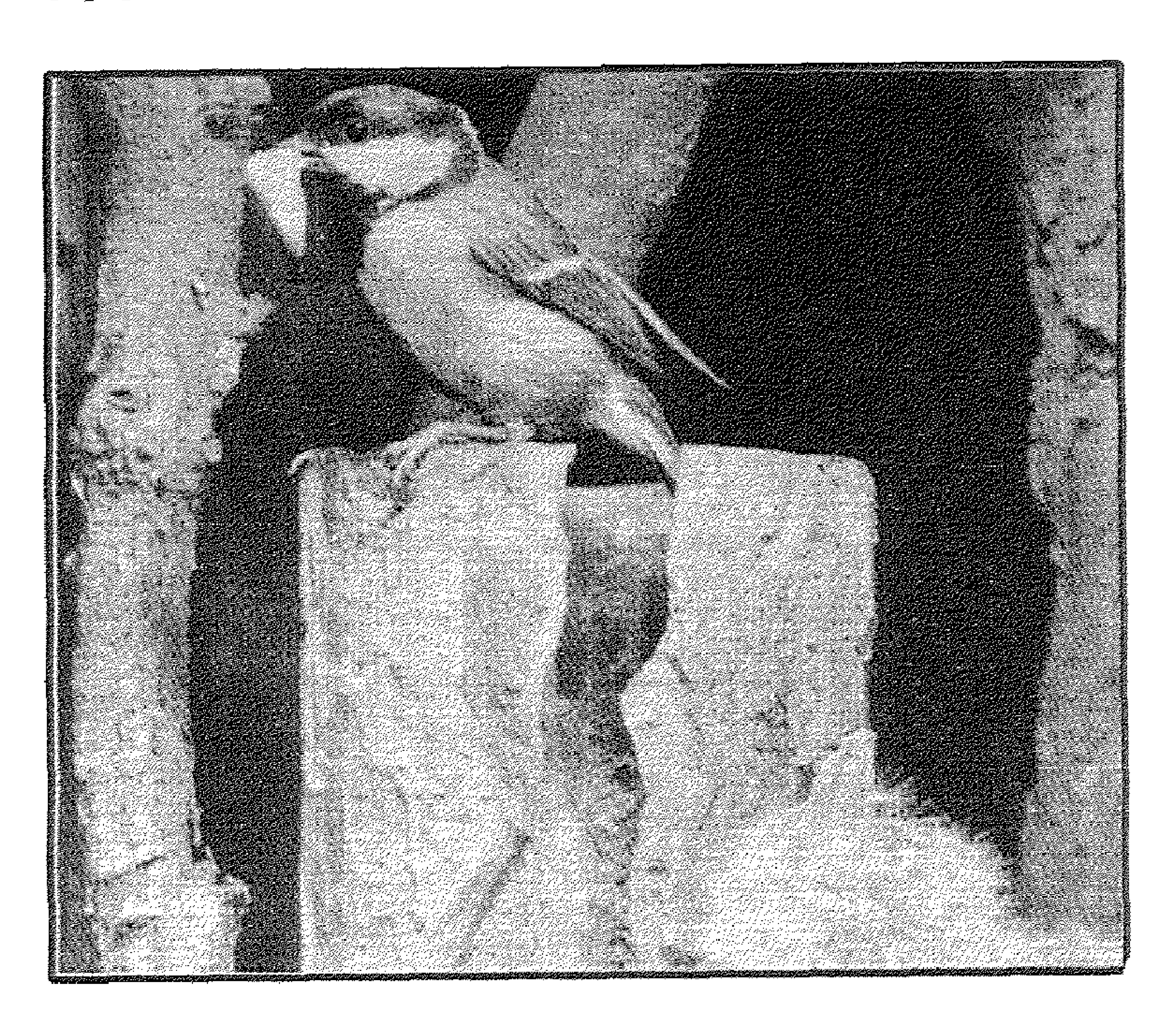
تُعرف أفراد النوع من الكائنات الحية التى تعيش داخل منطقة معينة بالمجموعة السكانية. ففى منطقة للغابات مثلا توجد مجموعات سكانية من النباتات والحيوانات، وفى منطقة غابات أخرى قد توجد مجموعات سكانية من نفس النوع من النباتات والحيوانات. فمثلا توجد فى غابة مجموعات سكانية لحيوانات مثل الثعالب، والصقور الحوَّامة، وفئران الغيط طويلة الذيل، وديدان الأرض وغيرها، وفى غابة أخرى قريبة نجد مجموعات سكانية أخرى من نفس الأنواع

ورغم ثبوت عدد أفراد المجموعة السكانية عادة لسنين طويلة، توجد تغيرات قد تكون كبيرة أو صغيرة فى هذا العدد من عام إلى عام. وكما ذكرنا سابقا أن عدد أفراد المجموعة السكانية لفأر الغيط يتغير من أفراد قليلة إلى أعداد كبيرة لا حصر لها من الأفراد. ولكن فى معظم الحالات يكون هذا التغير من سنة إلى أخرى بسيطا وغير ملحوظ. ويكون التغير فى أعداد المجموعات السكانية - عادة - نتيجة الاختلافات الجوية من سنة إلى الأخرى التى تليها، ولتوضيح ذلك نجرى مقارنة بين أعداد المجموعات السكانية فى الشتاء المعتدل والشتاء القارس، وكذلك بين هذه الأعداد فى الصيف الجاف الدافئ والصيف الرطب.

ومعظم المجموعات السكانية ترجع ثانية إلى أعدادها العادية، وذلك عقب أى زيادة كبيرة أو نقص كبير فى هذه الأعداد.

فمثلا إذا زادت أعداد عصافير القُرْقُف زيادة غير عادية نتيجة حلول شتاء معتدل جدا، فإن الأفراد الضعيفة من هذه الطيور ستضطر إلى النزوح إلى مناطق أقل جودة وصلاحية من موطنها الأصلى، ولذلك ستكون فرصتها أقل فى المعيشة

يتناسل القرقف الكبير عادة مرتين فى السنة ، ينتج عن كل منهما من ٨ - ١٣ صغيرا . ولكن يحد من هذا التكاثر كثرة موت الطيور فى الشتاء .



والتناسل . كذلك يؤدى تكاثف هذه العصافير وتزاحمها إلى قلة إنتاجها للصغار ، فمثلا يتناسل الزوج منها مرة واحدة فى السنة ، بدلا من مرتين وأحيانا ثلاثة كما يحدث فى الظروف العادية .

أما فى فصل الشتاء القارس الذى تزداد فيه نسبة الوفيات كثيرا ، نرى أن مناطق القُرقُف الجيدة فقط قد سكنت بما تبقَّى منها ، وذلك بالطبع يتيح لها إمكانيات أكثر للمعيشة والتناسل ، فيتزايد عدد مرات تناسل كل زوج منها ، وبالتالى عدد صغاره .

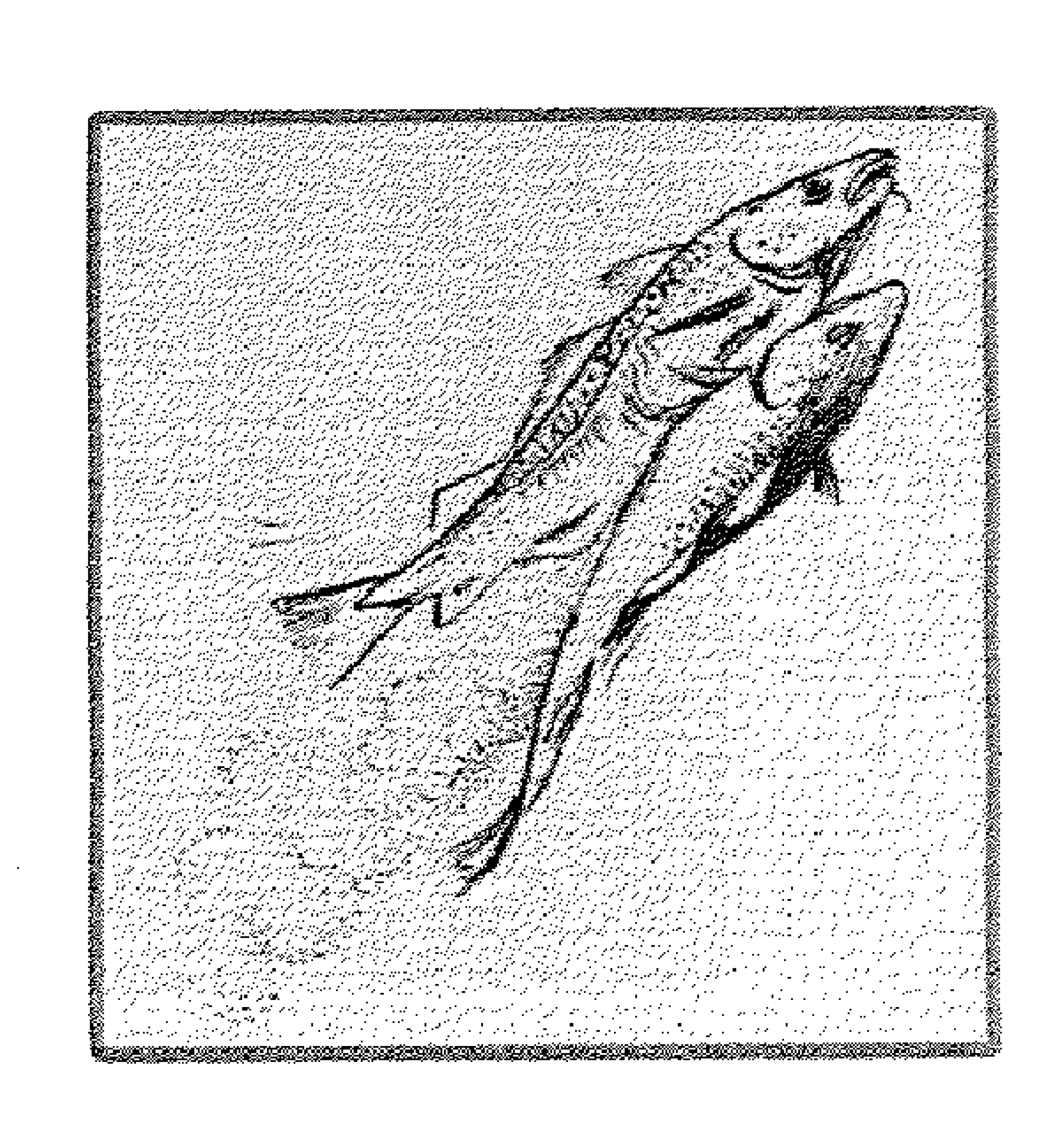
وعادة يؤدى زيادة عدد أفراد المجموعة السكانية كثيرا إلى وقوع عدد أكبر من حيوانات هذه المجموعة فريسة للحيوانات آكلة اللحوم .

كذلك الأفراد الضعيفة من الأعداد المتزايدة للمجموعة السكانية لا تكون ناجحة فى خوض الصراع الدائم على الطعام ، وتموت بكثرة فى حالة إصابتها بالأمراض والفطريات .

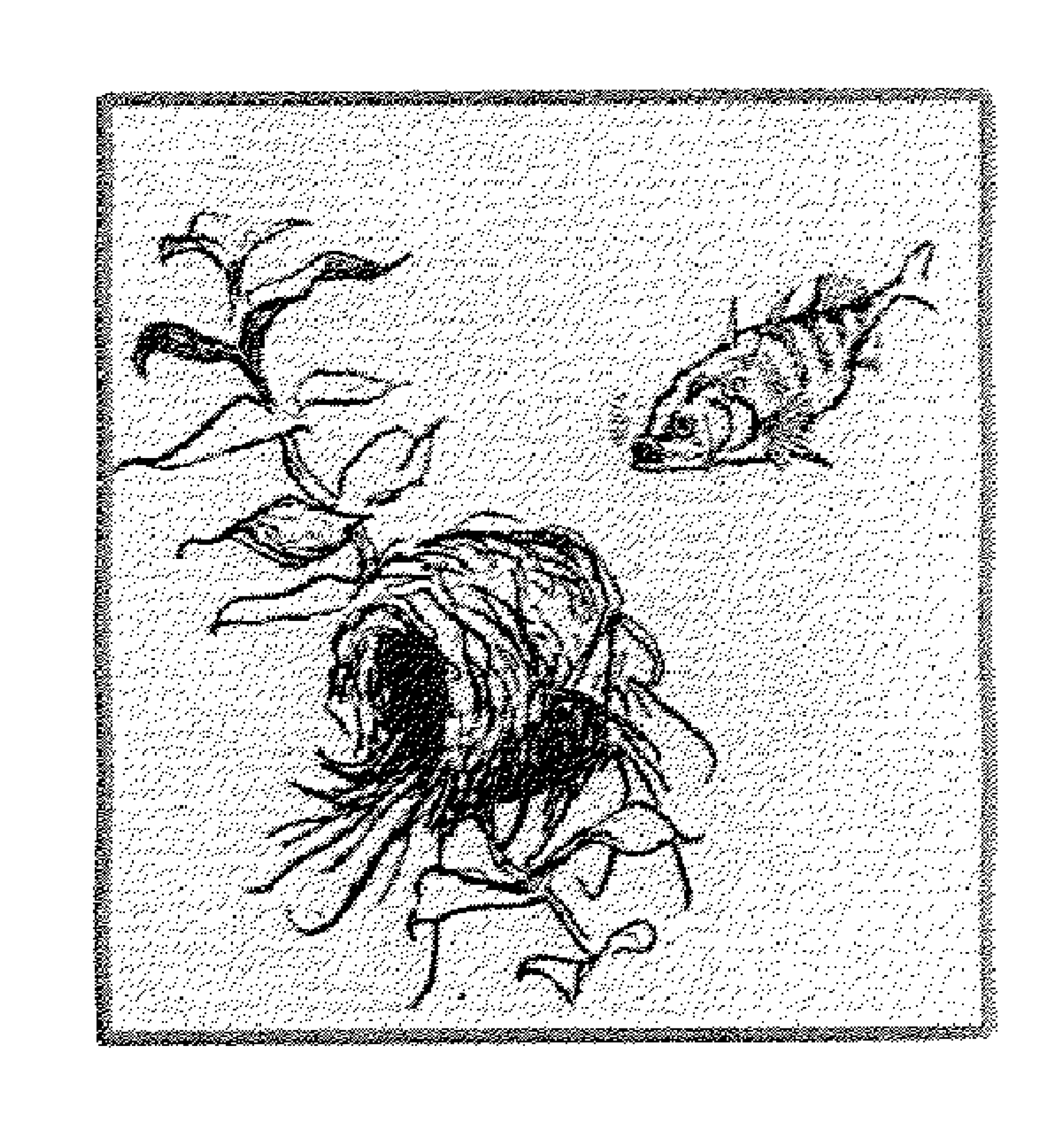
عدد الصغار يختلف كثيرًا في الأنواع المختلفة للحيوان

توجد فوارق كبيرة في قدرة الأنواع المختلفة للحيوانات على التكاثر ، وتوجد أيضا علاقة وثيقة بين قدرة الحيوان على التكاثر ، وإمكانيات نموه ، ومتوسط مدة حياته.

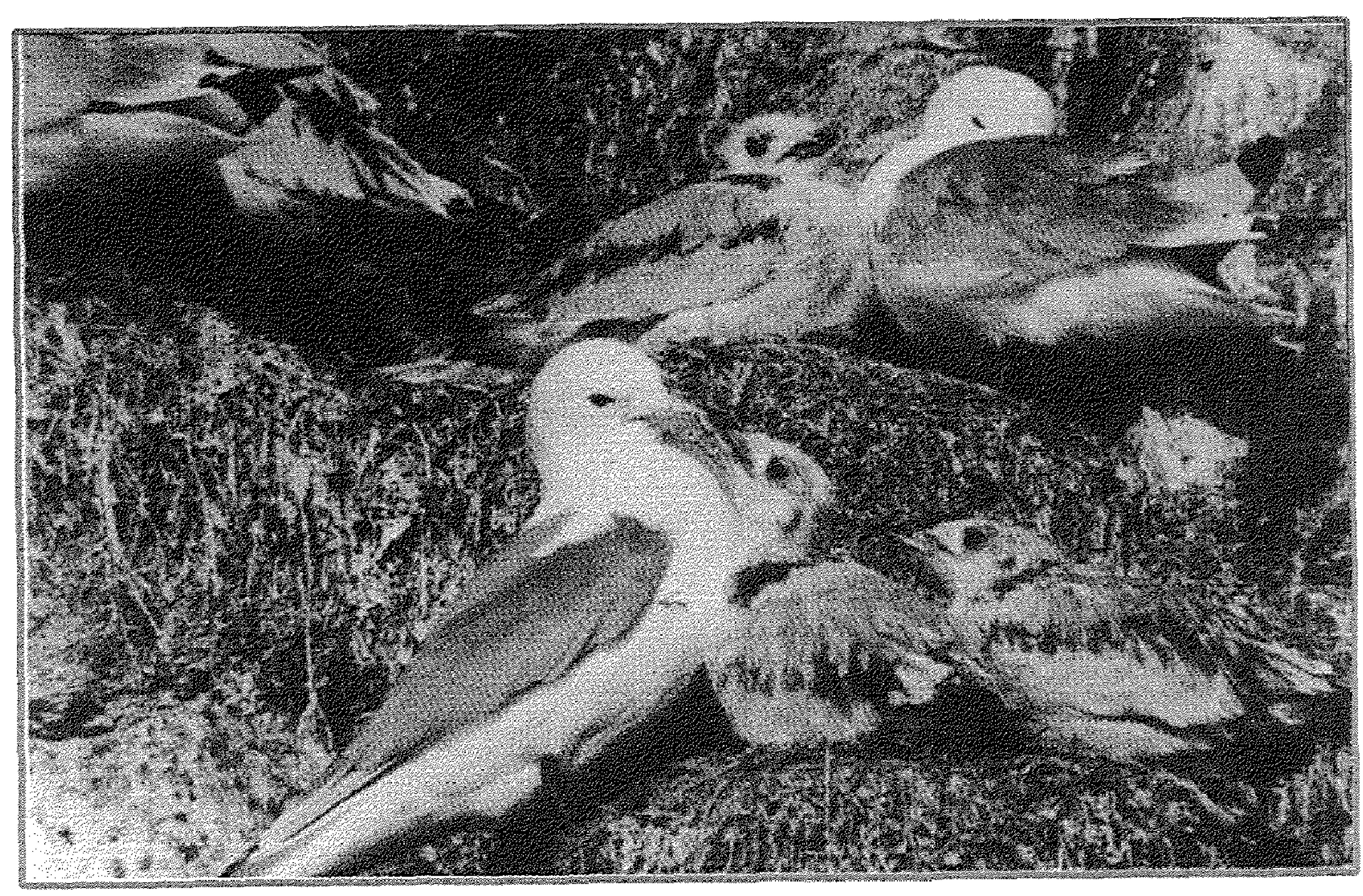
وكثير من الأسماك مثل سمك البكلاه له قدرة هائلة على التكاثر ، فهو يضع عدة ملايين من البيض ، ولكن معظم هذا البيض ، وأيضا معظم الصغار التي تفقس عن بعض هذا البيض يقع فريسة لبعض الحيوانات ، أو يموت بعوامل أخرى. وينتج عن ذلك أن عددًا ضئيلا جدا من بيض سمك البكلاه ينمو إلى طور البلوغ والقدرة على التناسل. ولا يقوم سمك البكلاه بأي رعاية لبيضه أو صغاره بأي شكل ، ولذلك لا يُظهِر أي رعاية أبوية. وتوجد أيضا حيوانات كثيرة لها قدرة كبيرة على التكاثر دون أن تُبدى أي رعاية أبوية ، ولكنّ أعدادًا ضئيلة جدًّا من الصغار تكبر وتنضج لتتكاثر بدورها.



ومعظم الطيور والثدييات تنتج عددًا قليلا من الصغار التي تحظى برعاية الأبوين أو أي منهما إلى أن يتم نموها ، ويكون لديها إمكانيات رعاية نفسها بنفسها. كذلك الأسماك التي تبدى رعاية أبوية تنتج عددًا أقل من الصغار ، لا يُقارن أبدًا بما تنتجه الأسماك الأخرى التي لا تبدى أي رعاية أبوية. وتبنى أنثى سمك الزقزوقت ثلاثي الأشواك عشها وتبيض فيه من ١٠٠ - ٤٠٠ بيضة ، ويقوم الذكر بمراقبة العش وحراسته ، كذلك يرعى الصغار في الأطوار الأولى التي تعقب الفقس.



كذلك لا تُظهر الزواحف أي رعاية أبوية نحو صغارها ، ولكن رغم ذلك تنتج عددًا صغيرًا إلى حدٍّ مّا من البيض أو الصغار ، ولا غرابة في ذلك لوجود إمكانيات



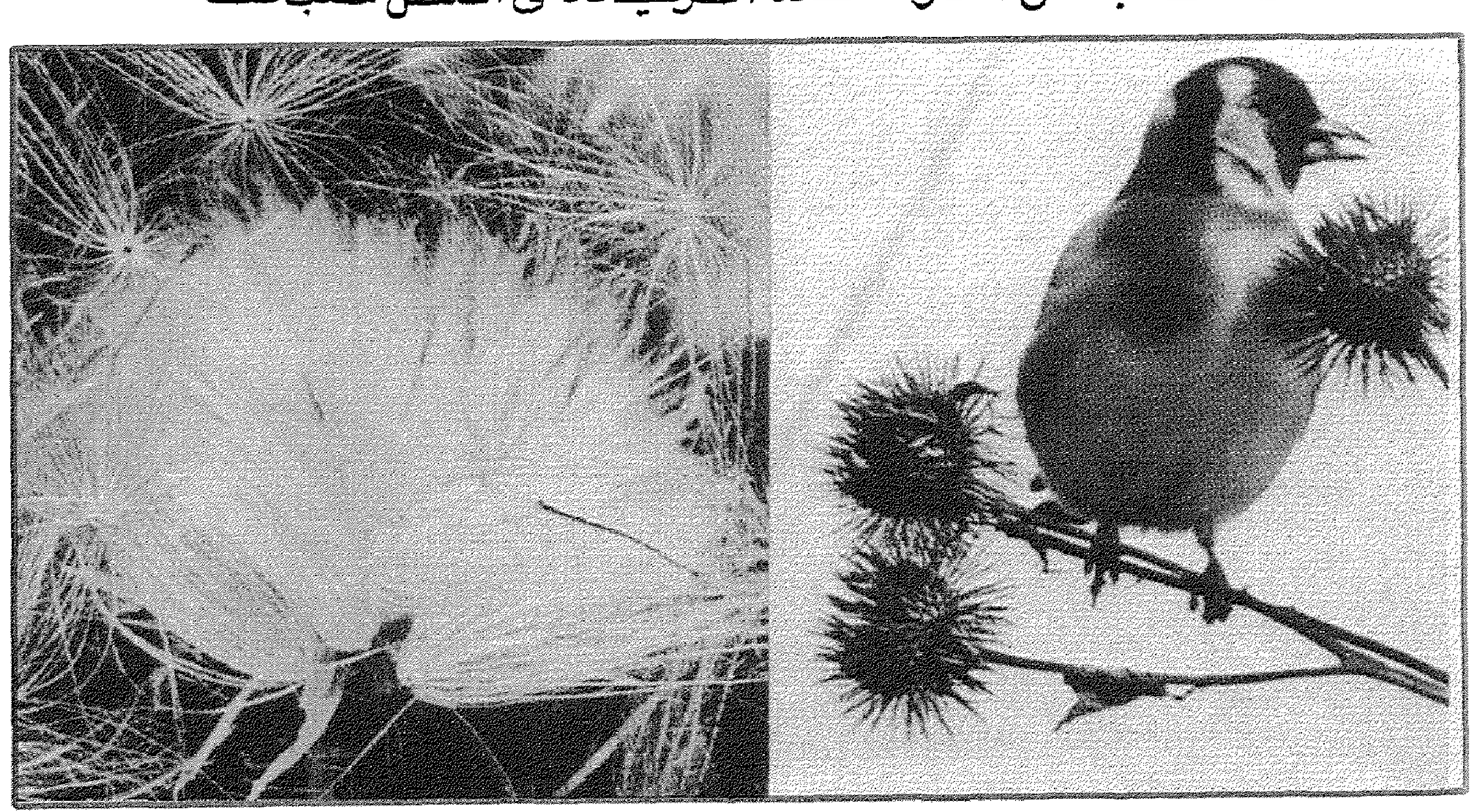
تختار طيور الكيتيويك لعشوشها ، التى تبنيها من مواد لزجة ، أماكن خاصة على إفريز ضيق لجُرُف صخرى . وتضع الأنثى بيضتين فقط ، بينما تضع إناث النوارس الأخرى عادة ثلاث بيضات. ويعمل هذا الموقع الخاص لعش الكيتيويك على حماية البيض وكذلك الصغار. ويتغذى الكيتيويك على الأسماك وبعض الحيوانات الصغيرة التى تعيش فى البحر .

تظل بقة البتولا المدرعة متيقظة لحماية بيضها وصغارها ، وعندما يقترب منها عدو لها ، مثل النملة ، سرعان ما تميل البقة بجسمها فوق بيضها أو صغارها ، معرضة نفسها لهذا العدو كدرع واقٍ وعندما تتعرض البقة لخطر كبير ترفرف بجناحيها محدثة أزيزًا عاليا ، كما تخرج روائح نفّاذة ، وذلك لكى ترهب عدوها وتبعده .

كافية لمعيشة البيض أو الصغار : فأنواع الزواحف التى تبيض تقوم عادة بتخبئة البيض جيدًا حتى يكون صعب المنال للحيوانات المفترسة ، وعندما تفقس الصغار تكون كاملة بشكل يتيح لها رعاية نفسها بنفسها . وذلك ينطبق أيضا على صغار أنواع الزواحف التى تفقس قبل وضع البيض ، أو التى تفقس بعد وضعه مباشرة .

النباتات والحيوانات دائما توسع مناطقها

بصرف النظر عن مقدرة الأنواع المختلفة للكائنات الحية على التكاثر ، تظهر دائما زيادة قد تكون كبيرة أو صغيرة فى نسلها . ويعنى ذلك أن عددًا زائدا من الكائنات الجديدة تظهر أكثر مما هو متوقع من قدرة الكائنات الأصلية على التكاثر تبعا لإمكانيات الحياة فى المنطقة التى تعيش فيها . وزيادة النسل هذه لها أهمية حيوية كبيرة جدا ، إذ تعمل على ظهور أفراد لا تقدر على خوض التنافس على الطعام ، والمأوى ، والأماكن المناسبة للتناسل وغيرها . ولذلك تحظى الأفراد القوية فقط بإمكانيات التكاثر . كذلك بعض أفراد هذه الزيادة فى النسل ستبحث



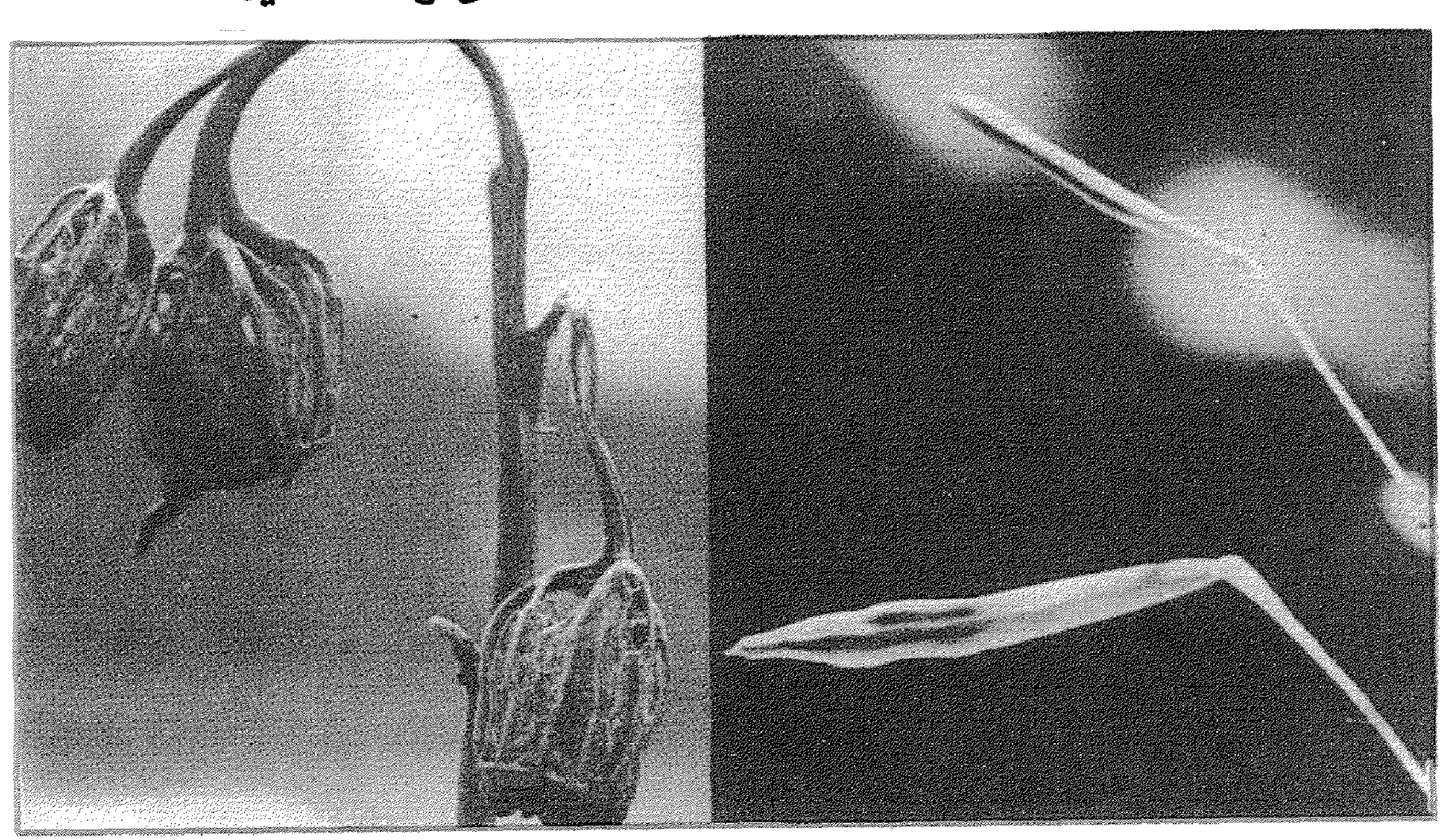
يقوم طائر الحسّون بنثر بذور ثمرة الأرقطيون عندما يأكل منها .

يمكن ملاحظة انتشار البذور بواسطة الرياح بسهولة جدًا ، وتنتشر بذور نبات شوك الجمل الزاحف إلى مسافات كبيرة جدًا .

عن أماكن أخرى خارج منطقتها ، وذلك يساعد على انتشار أنواع من الكائنات فى مناطق جديدة . وكل من النباتات والحيوانات تسعى دائما إلى الانتشار فى مناطق جديدة تقع بجوار مناطقها الاصلية .

وتُظهر النباتات سلاسل طويلة ، وأحيانا مضللة للطرق التى تضمن فيها انتشار بذورها . فمثلا أشجار التنّوب الفضى ، والقَيْقَب ، والهندباء البرية ، والورد تنتشر بذورها بواسطة الرياح . أما فى حالة الأقحوان الأصفر ، والطلح المائى ، وزنبق الماء فتنتشر بذورها بواسطة الماء . وفى حالة الإجّاص ، والبنفسج الحلو تنتشر البذور بواسطة الإنسان والحيوان . وبجانب ذلك يوجد عدد من النباتات لها القدرة على نشر بذورها إلى مناطق بعيدة مثل نبات إبرة الراعى ، ولاتلمسنى ، والتَّرْشَم .

وعادة تستطيع الحيوانات المشى والعوم والطيران بأنفسها من منطقة إلى أخرى . ولذلك تستطيع بعض أنواع الحيوانات أن تزيد منطقتها الطبيعية التى تعيش فيها بدرجة كبيرة . وتعتبر اليمامة المطوقة مثالا رائعا لانتشار الحيوان فى مساحات شاسعة فى وقت قصير .



فى حالة نبات لاتلمسنى ، تنطلق البذور بقوة خارج الثمرة العصيرية بواسطة ضغط امتلاء خلاياها بالماء .

تشبه الثمار التى تحتوى على البذور الشتوية لنبات الجريسة الملاحة التى تنثر الملح الى الخارج عند هزها .

ومن المعتقد أن بلاد الهند هى الموطن الأصلى لليمامة المطوقة ، ومن هنالك اتسع انتشارها فى الشرق والغرب. ففى اتجاه الشرق وصلت اليمامة المطوقة إلى سواحل المحيط الهادى فى كوريا واليابان ، وفى اتجاه الغرب وصلت إلى آسيا الصغرى فى القرن السادس عشر .

وفى القرن التاسع عشر وصلت اليمامة المطوقة إلى أوروبا وانتشرت فى الشمال والغرب .

وفى عام ١٩٦٠ ظهرت هذه اليمامة أولا فى الدنمرك

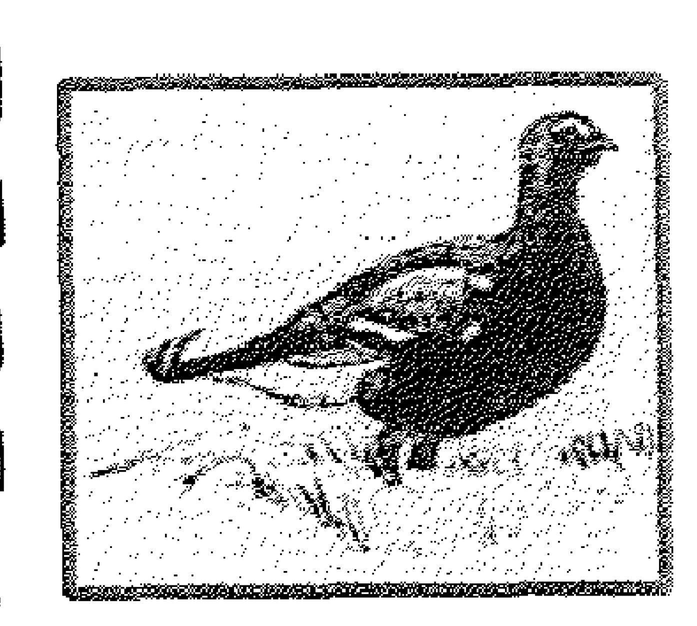


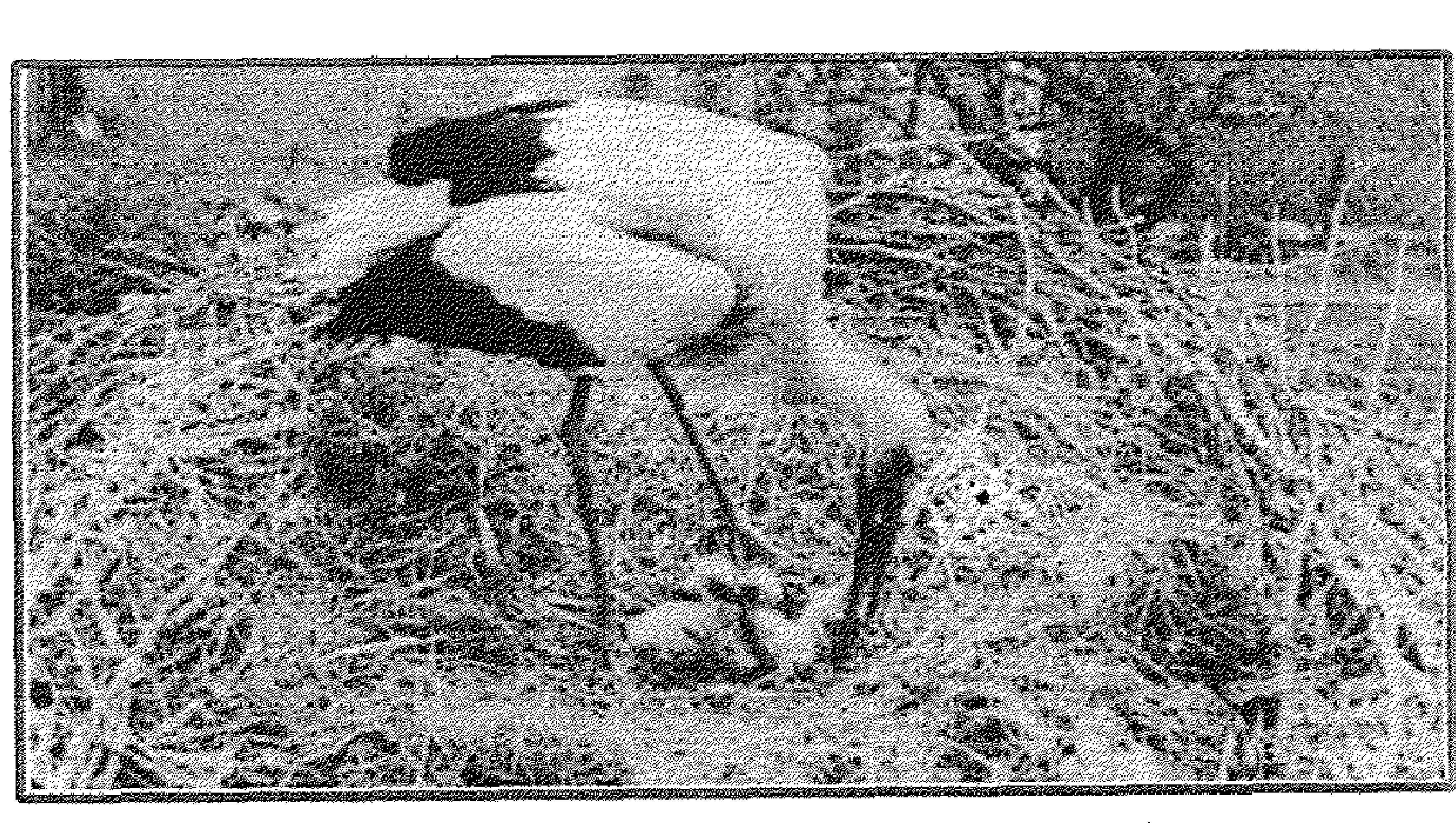
وهى الآن تتكاثر فى كل المناطق ، وتتزايد أعدادها كثيرا فى بعضها . ومن الدنمرك امتد انتشار اليمامة المطوّقة إلى النرويج والسويد وفنلندا ، بما فى ذلك المناطق الواقعة أقصى الشمال .

ونادرًا مايوسع أى نوع من الحيوانات منطقة وجوده فى الطبيعة إلى المدى الذى وصلت إليه اليمامة المطوقة ، فعادة يتم انتشار الحيوان ببطء شديد ، وفى مساحات محدودة .

وكثيرا ما تساعد الاختلافات الجوية ، والتعاقب البيئى ، وغياب أعداء الحيوان على توسيع نوع من الحيوانات لمنطقة وجوده فى الطبيعة ، ومن أمثلة ذلك طيور الحوصل الأبكم التى أصبحت شائعة جدا فى الدنمرك حيث تتزايد بكثرة ، وذلك نتيجة تحريم صيدها للحفاظ عليها عام ١٩٢٦ .

وبالطبع يوجد عدد من الكائنات فى مناطق طبيعية محدودة بسبب تغير الجو ، والتعاقب البيئى ، وماينتج عن ذلك من اختفاء أماكنها المختارة والمفضلة بيئيا . ويرجع السبب الأساسى لنقصان طيور اللّقْلَق كحيوان يتكاثر فى الدنمرك إلى اختلاف الجو . وبالمثل قلّت طيور القطا الأسود فى عشرات السنين الأخيرة ، وفى هذه الحالة تسبب التعاقب البيئى فى تغيرات كثيرة فى منطقة المستنقعات المستقرة مما أدى إلى اختفاء إمكانيات الحياة لهذه الطيور بالتدريج .





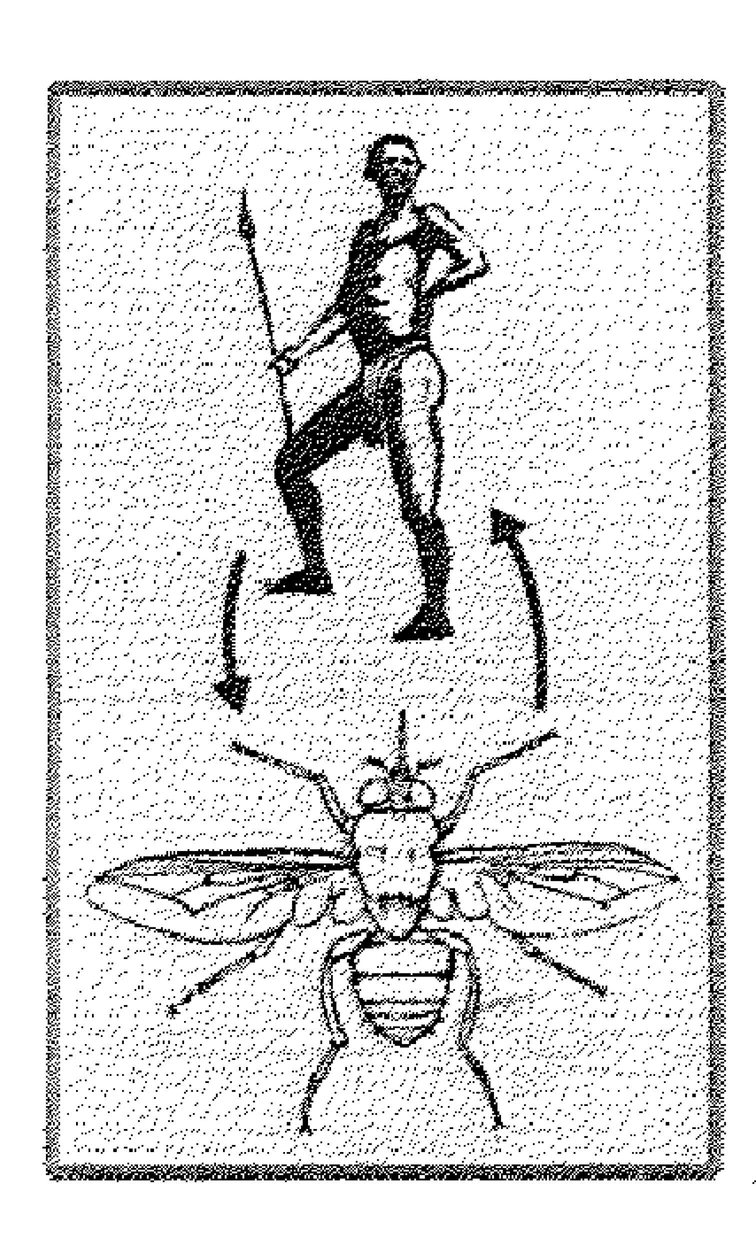
اللّقْلَق مع صغاره فى العش .

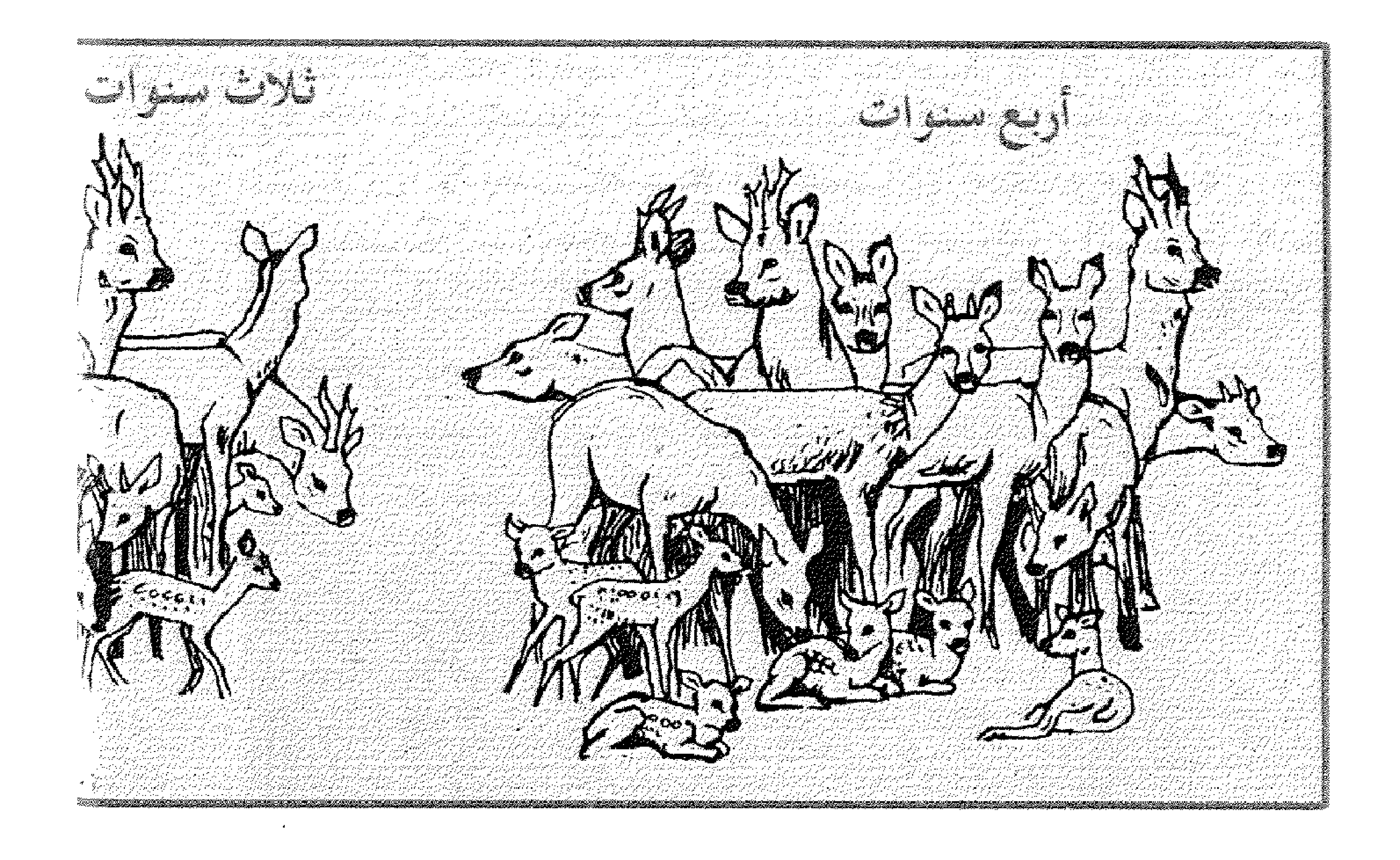
الاختلافات فى انتشار الكائنات الحية

أهمية نزوح نوع من الكائنات الحية لمنطقة جديدة أساسه وجود أماكن مناسبة ومفضَّلة بيئيًّا فى هذه المنطقة لهذا النوع . ولكن فى مثل هذه المنطقة الجديدة المناسبة لحياة نوع من الكائنات قد توجد أيضًا بعض العقبات التى تَحُول دون دخوله هذه المنطقة . فمثلا سمك السلمون يعوقه عن التجول فى جدول أو نهر وجود شلال أو خزان . وكثير من الحيوانات لا تنتشر فى الجزر ومناطق المحيط لأنها لا تقدر على العوم ، ولا تستطيع الطيران فوق مساحات شاسعة من الماء .

كذلك تمنع الجبال العالية نوعا ما من الكائنات من الانتشار من إحدى جهات سلاسل هذه الجبال إلى جهة مقابلة . وتعرف مثل هذه الموانع بالموانع الطبيعية . وأحيانا يكون التنظيم البيئى نفسه أحد هذه العوامل ، ويحول دون انتشار نوع من الكائنات الحية فيه . فنباتات الضوء مثلا لا تستطيع النمو فى الغابات المظلمة ، حتى إذا كانت التربة جيدة .

وفى أفريقيا ، تكون بعض المناطق التى تنتشر فيها ذبابة "تسى تسى" غير مأهولة بالمعنى المعروف بالسكان ، إذ تعمل هذه الذبابة على انتشار مرض النوم المميت الذى لا يستطيع الإنسان مقاومته . ولذلك نقول إن ذبابة "تسى تسى"، ومرض النوم يعملان كموانع حيوية للإنسان تحول دون سكناه لمثل هذه المناطق ، وذلك بنفس الطريقة التى تعمل بها الغابة المظلمة كمانع لانتشار نبات الضوء فيها .

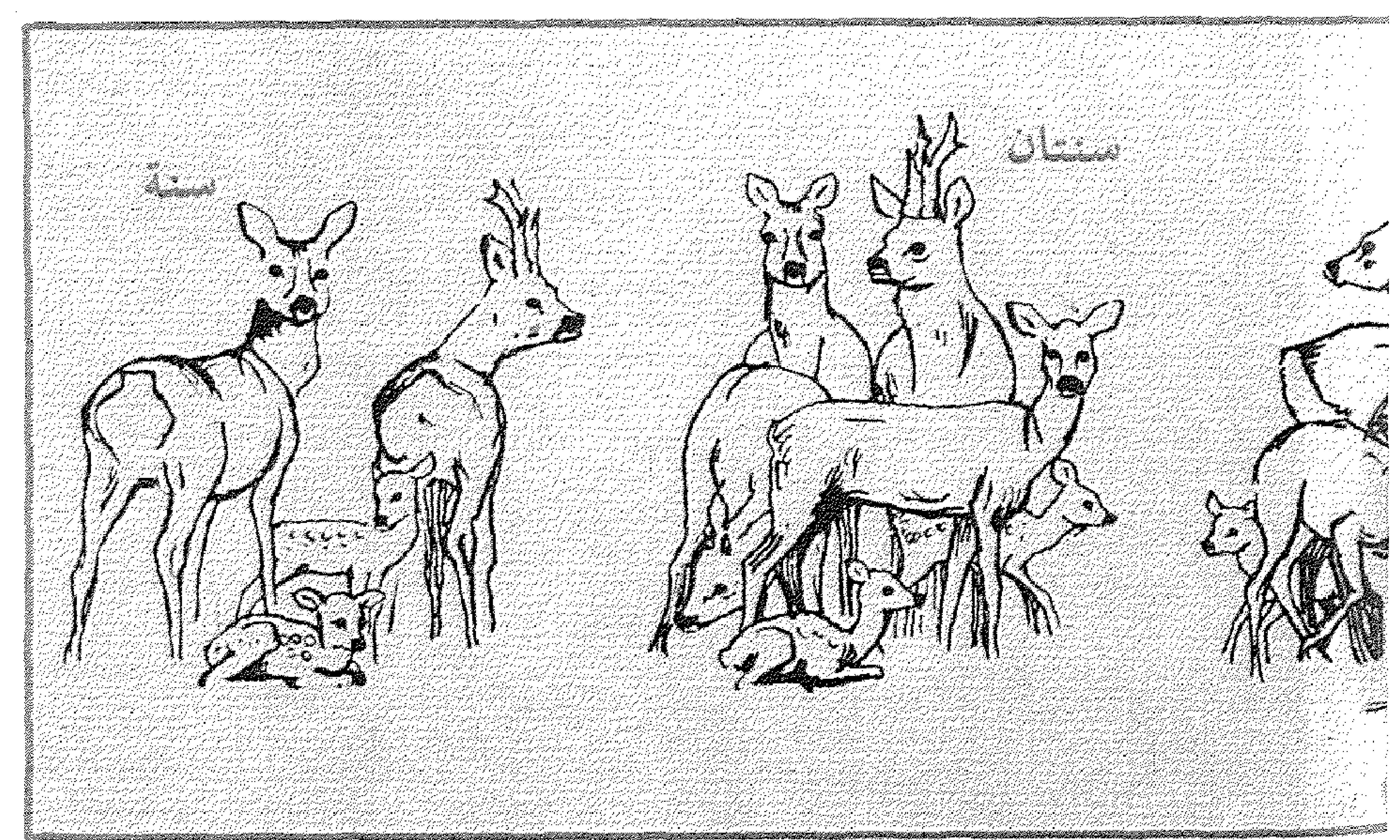



ثلاث سنوات
أربع سنوات

٧ـ منحنيات الازدياد فى أعداد المجموعات السكانية واستغلال الطبيعة ..

للحيوانات قدرة كبيرة على التكاثر إذا أتيحت لها فرصة الحياة فى ظروف مناسبة. وحتى أنواع الحيوانات التى تنتج عددًا قليلا من الصغار فى السنة تتزايد بكثرة فى عدة سنوات فى الظروف الملائمة. فإذا تصورنا مثلا أن نوعًا مّا من الحيوانات ينتج صغيرين كل عام، وبدأنا بزوّج من هذا النوع، وفرضنا أيضا أن عدد الذكور مثل عدد الإناث فى الصغار التى تبقى جميعها على قيد الحياة، وتكون مستعدة للتناسل فى العام المقبل ـ تكون النتيجة مايلى :

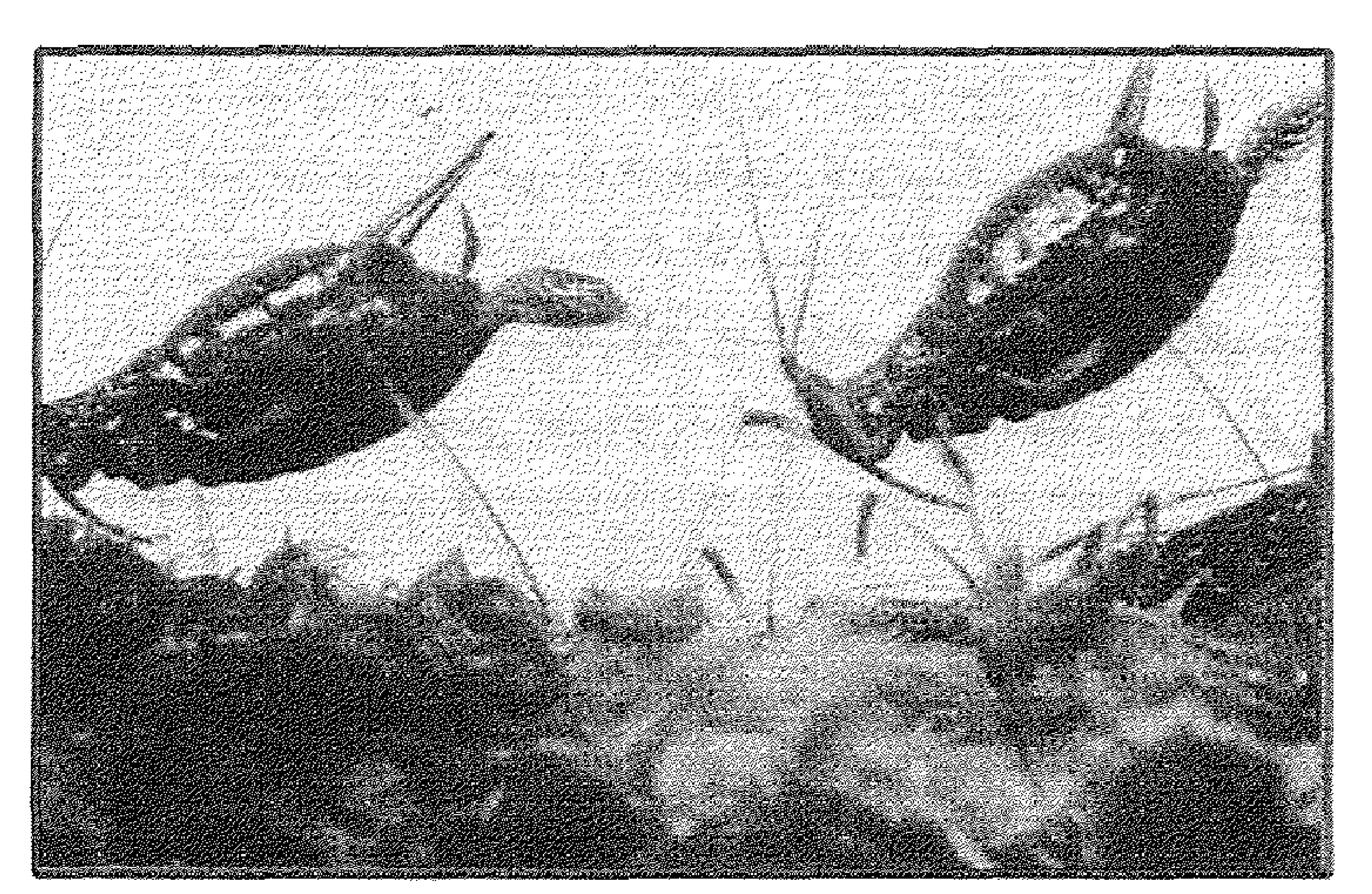
فى العام الأول ينتج الزوج من هذا النوع من الحيوانات صغيرين، ويكون عدد الجميع أربعة حيوانات. وفى العام الثانى يكون لكل من الأنثيين صغيران، وبذلك يصبح العدد ثمانية : أربعة ذكور، وأربع إناث. وفى العام الثالث تنتج الأربع إناث ثمانية صغار، ويكون المجموع الكلى ستة عشر. وبذلك يتضاعف عدد هذه الحيوانات سنة بعد أخرى، وفى السنوات المقبلة يتزايد هذا العدد إلى ٣٢، ٦٤، ١٢٨، ٢٥٦ وهكذا، وبعد عشر سنوات يصل العدد إلى ٢٠٤٨ حيوانا.



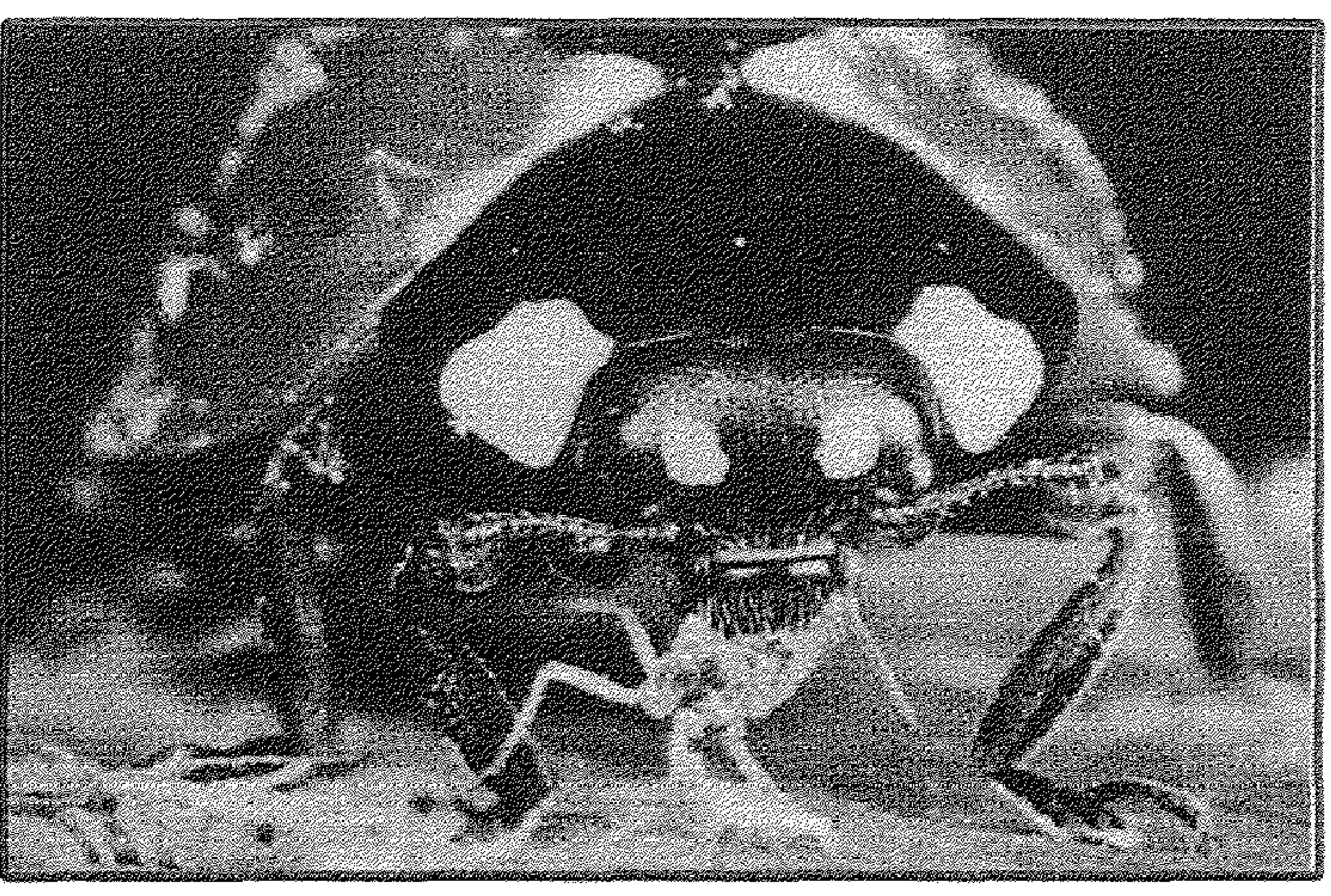
تلد أنثى أيّل الرو صغيرين، ويصل هذا الأيّل إلى طور البلوغ والتناسل وعمره حوالى عام، وتلد أنثاه لأول مرة عندما يصل سنها إلى حوالى سنتين. ويلاحظ غالبا فى الصغار أن عدد الذكور مساوٍ لعدد الإناث.

وفى هذا المثال أخذنا حيوانًا له معدَّل تكاثر متوسط، وبالطبع تكون النتيجة أسوأ بكثير إذا تصورنا هذا التكاثر فى حيوان يُنتج عددًا كبيرا من الصغار كل عام. فمثلا زوج من طيور الحَجَل يُنتج حوالى خمس عشرة بيضة مرة واحدة كل عام، وإذا سلَّمنا بصلاحية البيض وفقس الصغار واستمرارها فى الحياة، يكون مجموع الأفراد التى يُنتجها هذا الزوج من الحَجَل فى مدة عشر سنوات ٤٠٠٠ مليون، وهو عدد يفوق قليلا عدد سكان الكرة الأرضية الآن.

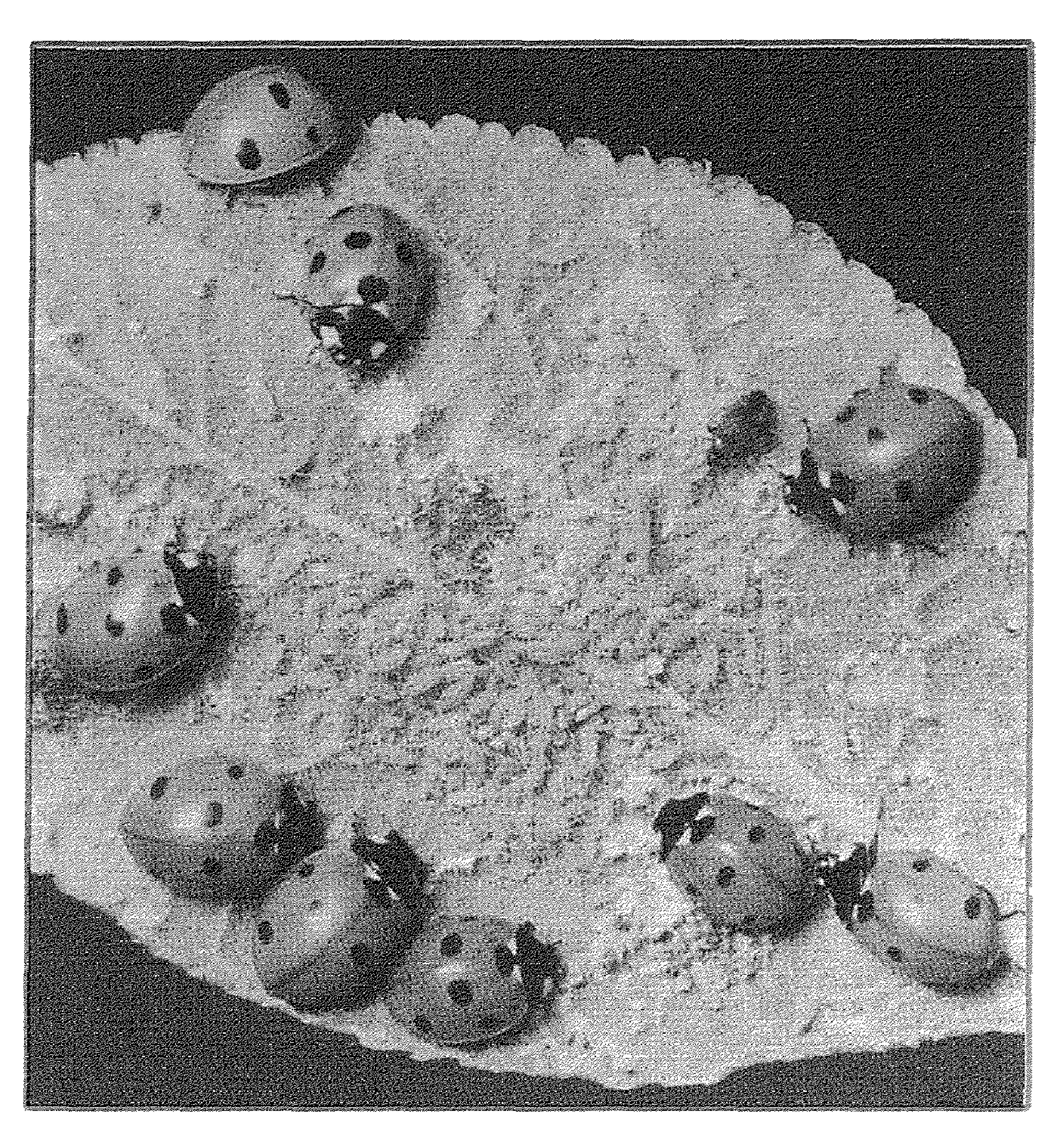
وكثير من الحيوانات الدنيا يصل عدد الأفراد الناتجة من تكاثرها إلى رقم غير معقول بالمرة. فمثلا من الناحية النظرية، ينتج عن تكاثر أنثى قمل النبات وتزايد عدد الأفراد فى فصل الصيف حوالى ٨٢٢,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ قملة نبات، وهى تزن حوالى ٨٢٢ مليون طن، وهو ما يعادل تقريبا خمس مرات وزن الجنس البشرى فى العالم.

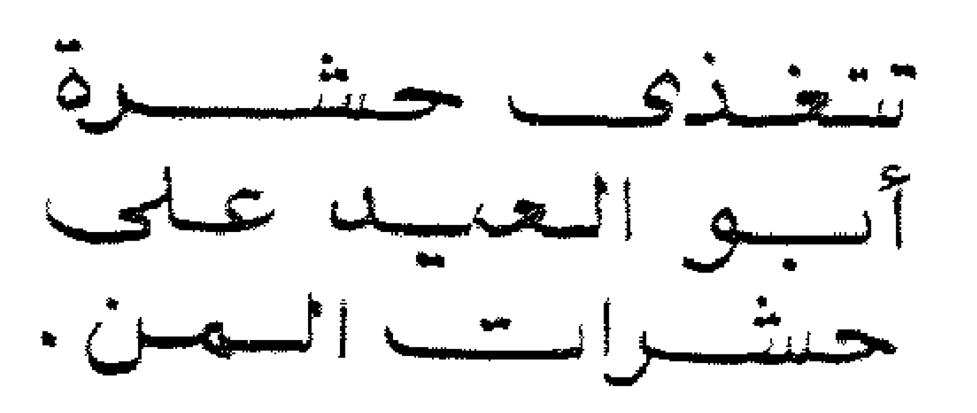


فى فصل الصيف تشتمل المجموعة السكانية لحشرة المن غالبا على الإناث فقط، وهذه تلد بالتكاثر العذرى. وتتكاثر حشرة المن بسرعة فائقة، وخاصة فى بعض السنين عندما يكون الجو ملائما. ويظهر فى الصورة اثنتان أثناء عملية الولادة.

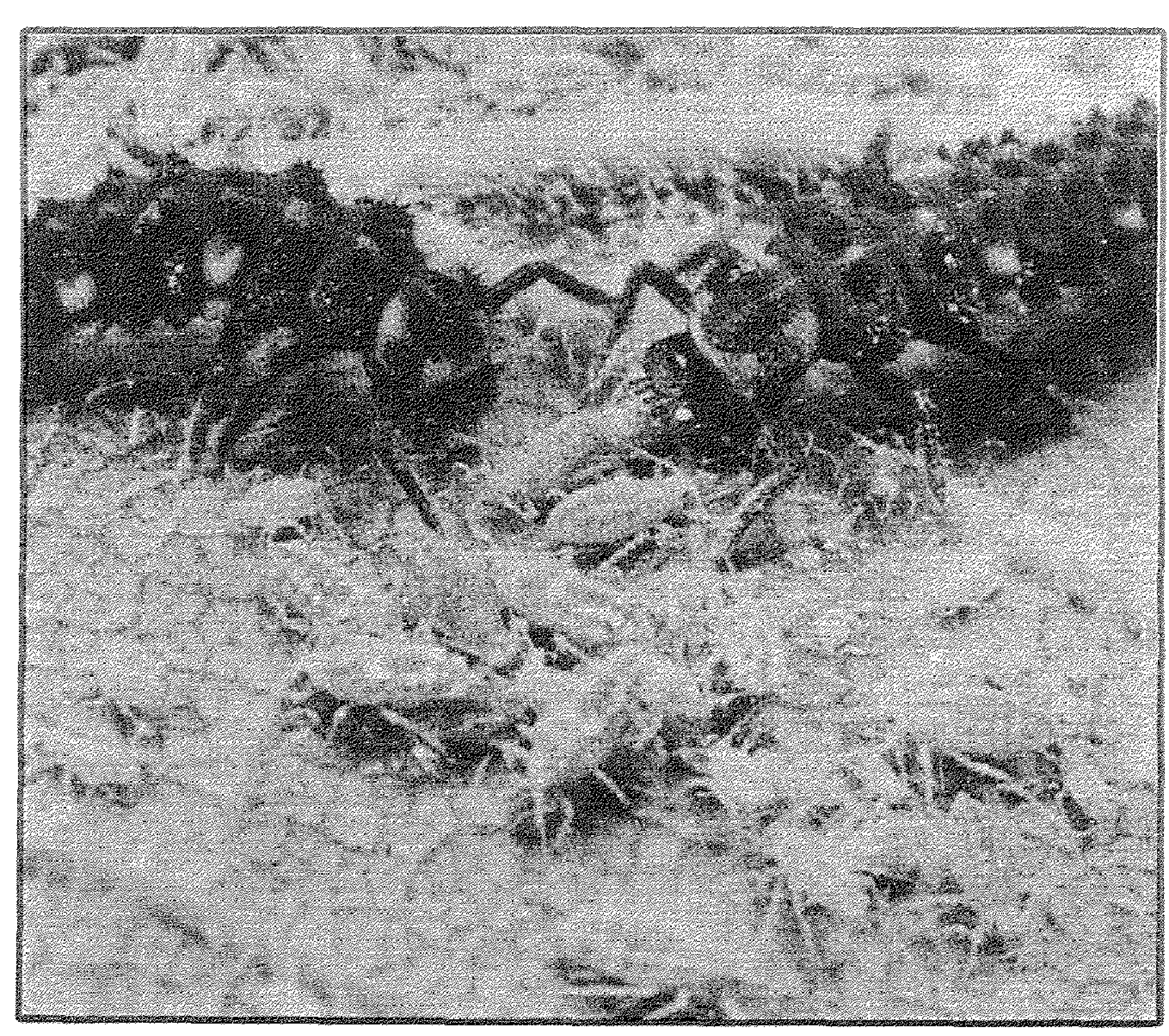


عندما تكثر حشرات المن، تجد حشرة أبو العيد إمكانيات كبيرة للحصول على الطعام والتكاثر بسرعة، وبذلك تقل كثرة حشرة أبو العيد تزايد عدد حشرات المن



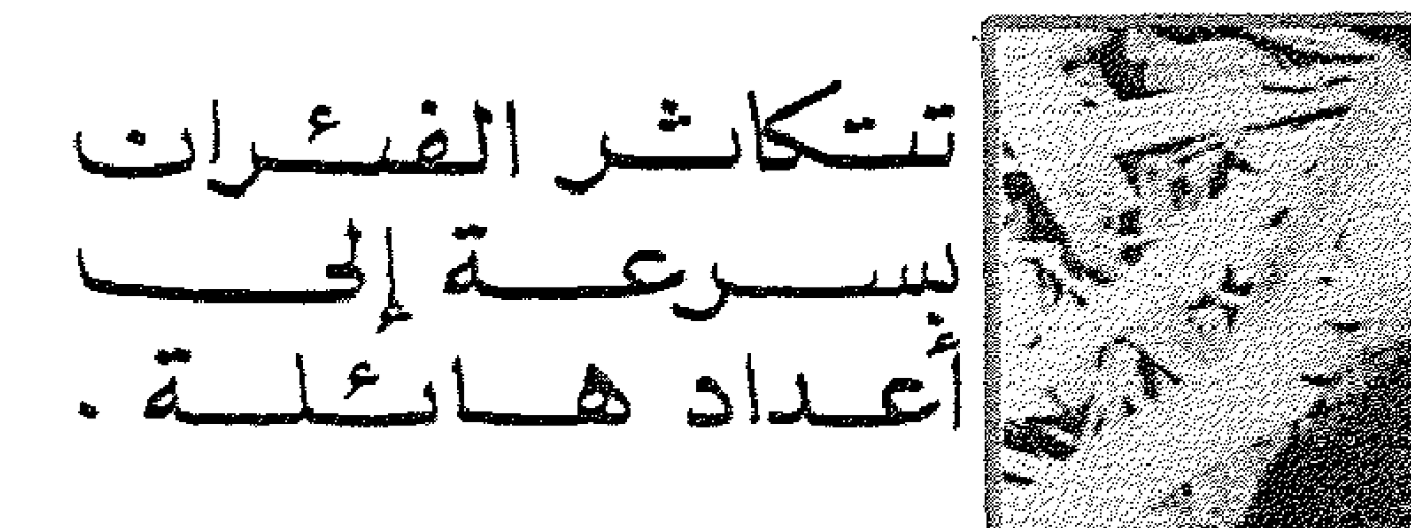


تتغذى حشرة أبو العيد على حشرات المن.



وأيضا تتغذى يرقات حشرة أبو العيد على حشرة المن.





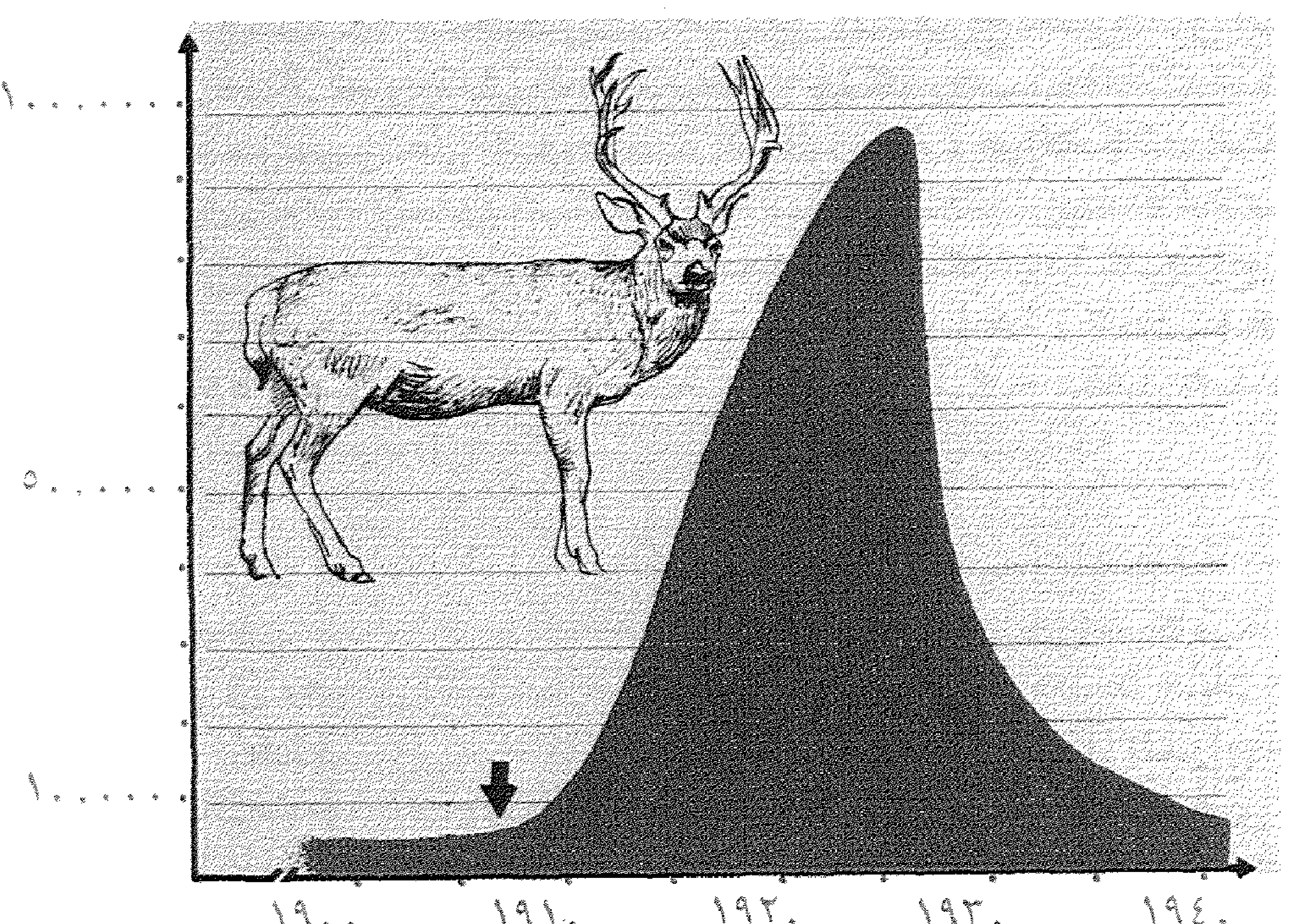
تتكاثر الفئران بسرعة إلى أعداد هائلة .



ويصير الفأر البنى بالغًا وسنه ثلاثة شهور ، وتلد الأنثى ست أو سبع مرات فى السنة .

ازدياد أعداد المجموعات السكانية دائما محدود

وعادة لا تتكاثر الحيوانات بالسرعة التى ذكرناها فى الأمثلة السابقة، حتى لو كانت الظروف ملائمة للغاية، ففى الظروف العادية جدا تتكاثر الحيوانات ببطءٍ أكثر جدا. وقد عالجنا فيما سبق عددا من العوامل المحدِّدة لأعداد المجموعات السكانية مثل (المقاطعات المحددة للحيوان، والموطن المحدد له، والجو، ونقص الغذاء، وإمكانيات الحماية، وبناء العشوش، والحيوانات المفترسة، والطفيليات، والأمراض). وهذه العوامل المحددة كما عرفنا سابقا تُبقى على حجم المجموعة السكانية فى الظروف العادية ثابتا لمدة طويلة تصل إلى عدة سنوات. ويوجد كثير من الأمثلة لأنواع من الحيوانات استطاعت أن تُكوِّن لها مجموعات سكانية كبيرة عندما نزحت إلى مناطق جديدة ظروفها أحسن وأنسب.

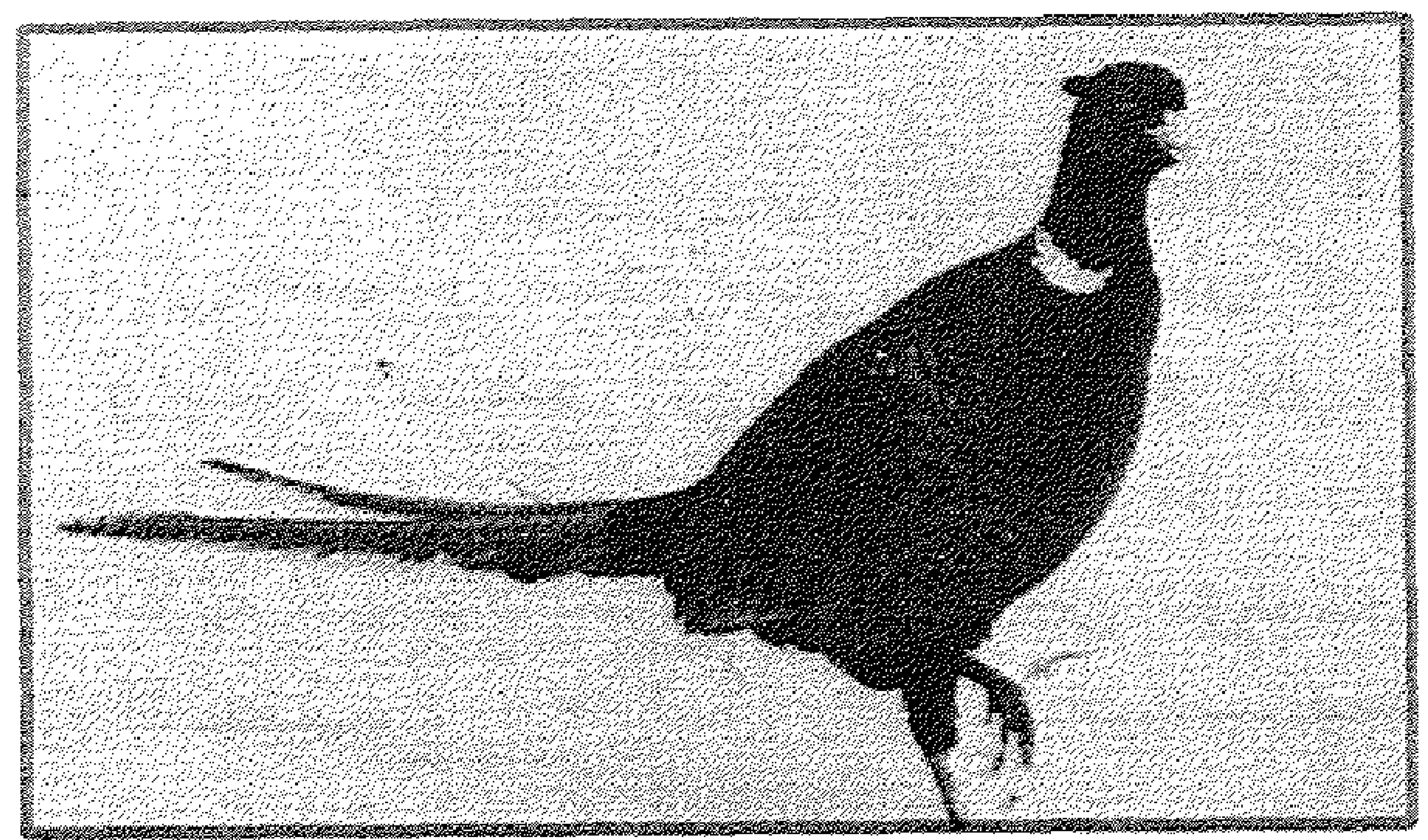


عندما تُزال بعض العوامل المحددة لحجم المجموعة السكانية تكون نتيجة ذلك خطيرة على هذه المجموعة. ويظهر فى هذا الشكل مثال من الوادى الكبير بأريزونا. ففى عام ١٩٧٠ كان يوجد فى هذه المنطقة حوالى ٤٠٠٠ أيِّل، وفى خلال خمس عشرة إلى عشرين سنة تم القضاء على كل الذئاب والأسود الأمريكية المعروفة بالبوما، ويشير السهم إلى بدء القضاء على هذه الحيوانات المفترسة. ويُظهر المنحنى أن المجموعة السكانية للأيائل تزايدت كثيرا جدًا إلى درجة موتها من الجوع لقلة الطعام المتاح. وفى نفس الوقت يقاسى الكساء الخضرى، وتقل قدرة تحمل المنطقة، وهكذا يحل الجدب بها، وتتهدم الظروف الملائمة لحياة الأيائل بسبب عدم الحد من تزايد مجموعتها السكانية بواسطة الحيوانات المفترسة.

في سنة ١٩٢٧ أُطلِق ستة وثلاثون طائرا من الدرَّاج في جزيرة بيلى ، التى تبلغ مساحتها ٤٠٠ هكتار ، في بحيرة إيريي بكندا . وكانت الظروف الجوية والطبيعية مناسبة جدا لهذه الطيور لأنها تكاثرت بسرعة كبيرة . فبعد خمس سنوات من إطلاقها في هذه الجزيرة وصل عددها إلى حوالي ٢٠,٠٠٠ ، وبعد ثلاثة أعوام أخرى ارتفع هذا العدد إلى ٥٠,٠٠٠ ، وفي الأعوام التالية لذلك تغير هذا العدد وأصبح يتراوح بين ٣٠,٠٠٠ و ٣٥,٠٠٠ ، وبعبارة أخرى وصل عدد المجموعة السكانية لطائر الدراج إلى قدرة تحمل المنطقة بعد ثمانية سنوات ، وبعد ذلك كان هنالك توازن بين الزيادة السنوية لصغار هذه الطيور ، وعدد الوفيات السنوية لكبارها .

وهكذا تكاثرت طيور الدرَّاج الستة والثلاثون بسرعة كبيرة في البداية ، ولكن هذه القدرة على التكاثر لم تستمر من الوجهة النظرية ، وإلا كانت النتيجة ملايين الطيور بعد ثماني سنوات . ومنذ البداية كانت توجد عوامل تُحِدّ من زيادة المجموعة السكانية للدراج ، ولكن ليس قبل وصول المنطقة إلى قدرة تحملها ، كان لهذه العوامل المحددة فعاليتها الكاملة . وبعد ذلك يظل عدد المجموعة السكانية للدراج ثابتاً لعدة سنوات .

وفي المثال السابق كانت قدرة تحمل المنطقة ٣٠,٠٠٠ - ٣٥,٠٠٠ من طيور الدراج ، ولكن عدد المجموعة السكانية لهذا الطائر وصل في بعض السنوات إلى أكثر من ٥٠,٠٠٠ مثلا ، وفي البعض الآخر انخفض إلى ٢٠,٠٠٠ - ومن المعروف أن طيور الدراج حساسة جدا للاختلافات الجوية ، ولذلك تعتبر السبب الأساسي لتغير عدد هذه الطيور . وبوجه عام تكون التغيرات الجوية عادة السبب المباشر أو غير المباشر للتغيرات الهامة لعدد أي مجموعة سكانية .

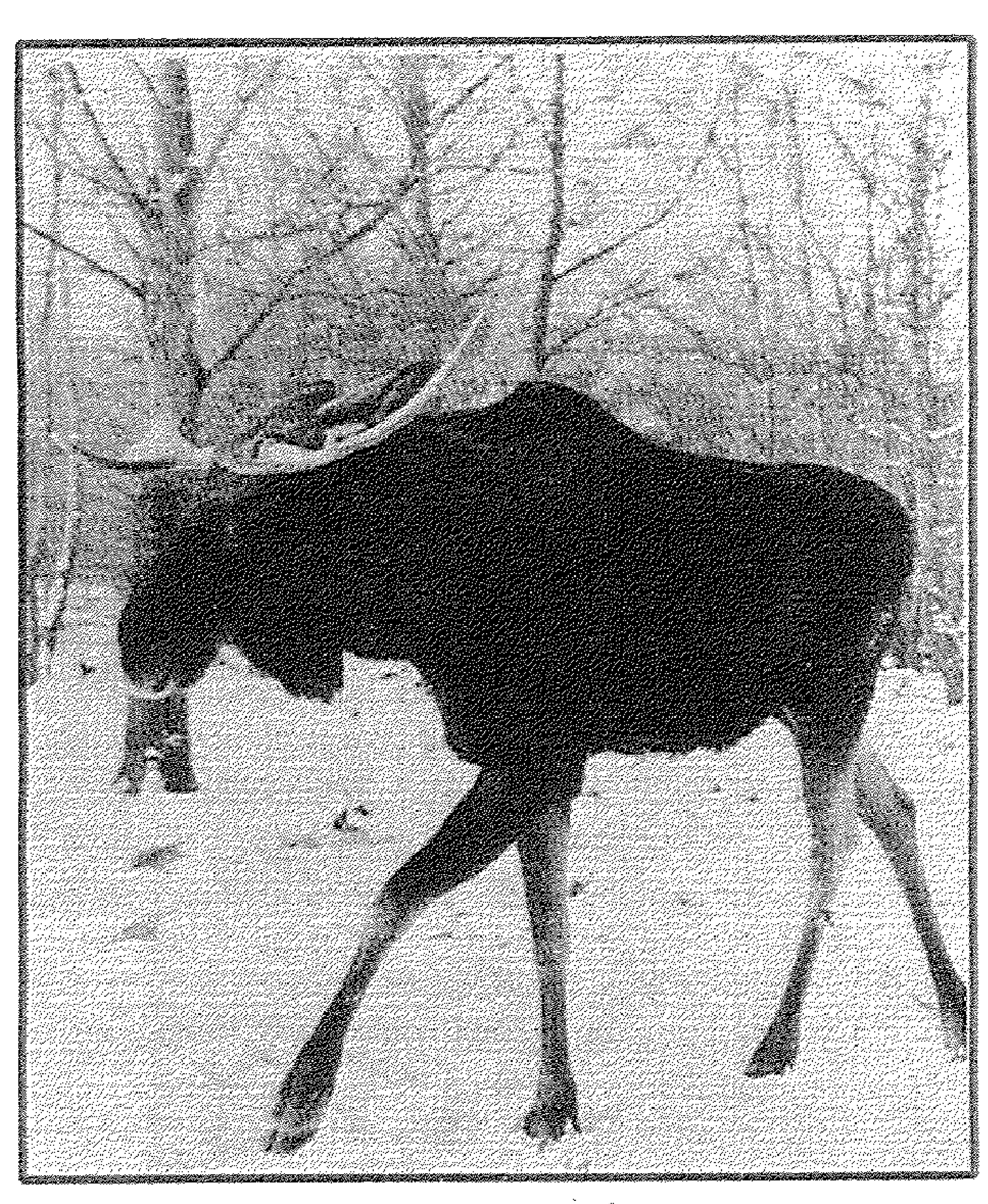


الـدرَّاج .

أيائل الإلك فى جزيرة رويال

تقع جزيرة رويال فى البحيرة العظمى على الحدود بين الولايات المتحدة الأمريكية وكندا ، وفيها سنرى مثالا آخر لمجموعة سكانية يتزايد عددها إلى ما يفوق قدرة تحمل المنطقة التى تعيش فيها . وذلك ممكن فقط لفترة محدودة . وبعدها تحل الكارثة .

فى عام ١٩١٣ سبحت بعض أيائل الإلك إلى جزيرة رويال حيث كانت ظروف الحياة مناسبة لها ، ولذلك تكاثرت بسرعة. وبعد خمس عشرة سنة وصل عدد مجموعتها السكانية إلى ٣٠٠٠ ، وهو عدد لا يكفيه الغذاء المتاح فى هذه المنطقة. لقد تجاوز الغذاء اللازم لعدد الأيائل المتزايدة طاقة تحمل الجزيرة ، وبمرور الزمن أتت هذه الأيائل على كل الكساء الخضرى الذى تعيش عليه ، وهكذا وقعت الكارثة . فبمجرد حلول شتاء بارد تأثر به الكساء الخضرى نقص طعام أيائل الإلك ، وماتت بالمئات ، وبعد سنتين هبط عدد مجموعتها السكانية إلى حوالى ٤٠٠ فقط .

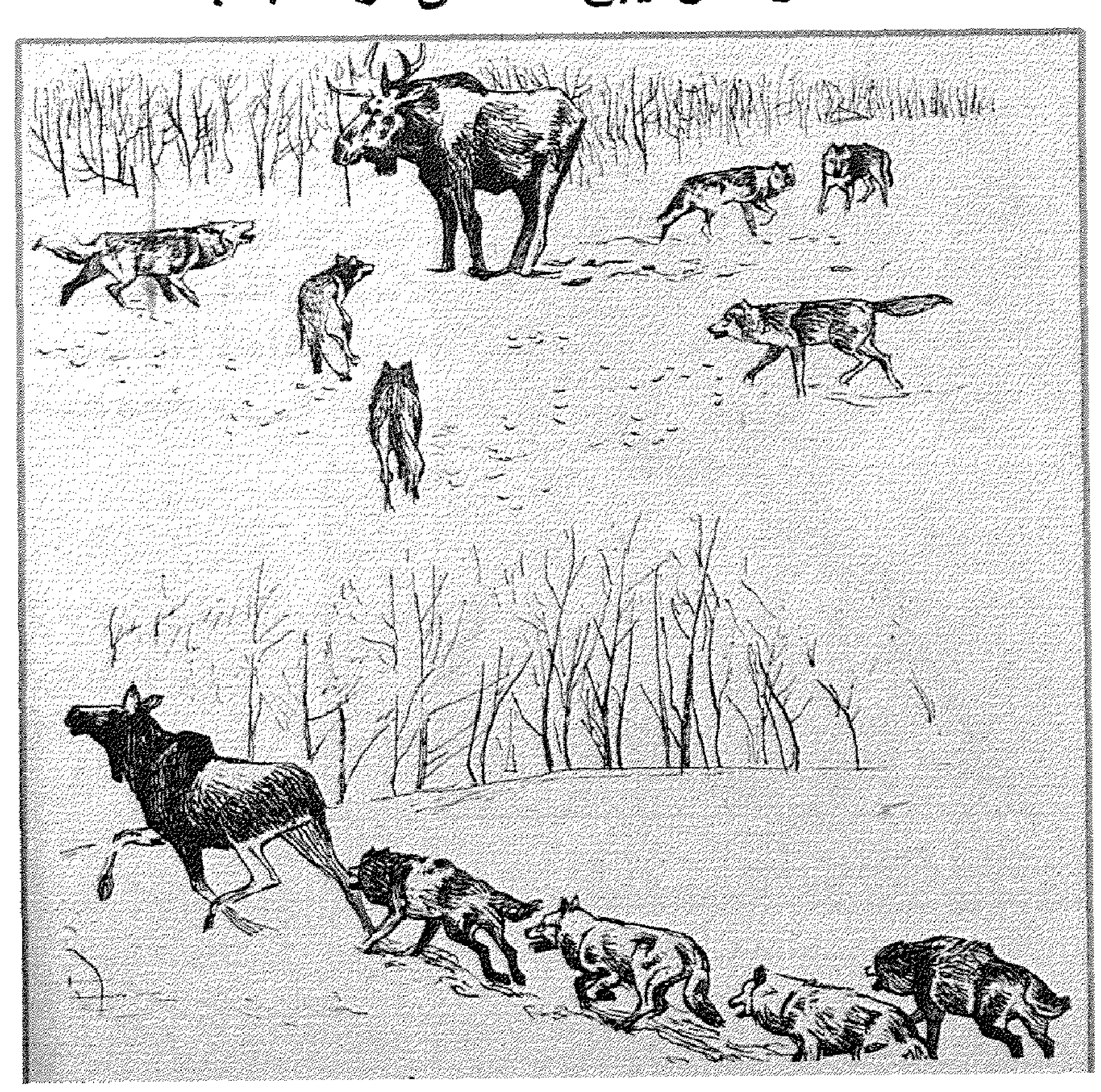


أيل الإلك .

وبسبب هبوط عدد أيائل الإلك إلى هذا الحد - يتسنى للكساء الخضرى أن يزدهر ثانية وينمو بكثرة . وبعد بضعة سنوات يتوفر لهذه الأيائل الطعام الكافى ، وتكون الظروف مواتية لتتكاثر وتتزايد أعدادها . وقد يؤدى ذلك إلى وقوع كارثة جديدة ، ولكن المجموعة السكانية لأيائل الإلك هذه المرة لم يتعد طاقة التحمل للمنطقة التى تعيش فيها .

ففى أحد فصول الشتاء شُوهد قطيع من الذئاب يخترق الثلوج ليصل إلى جزيرة رويال . وقد بدأت هذه الذئاب بصيد وقتل أيائل الإلك المريضة والضعيفة . وبعد بضعة سنوات ظهر توازن بين المجموعتين السكانيتين للأيائل والذئاب . وقد سمح حجم الجزيرة ، وتكاثر الأيائل لأن يصل عدد الذئاب إلى عشرين . وهذه الذئاب العشرون بدورها لا تسمح بزيادة عدد المجموعة السكانية للأيائل عندما يصل إلى حوالى ٦٠٠ ، وهو ما يوافق كمية الغذاء التى يستطيع الكساء الخضرى للمنطقة تقديمها دون إصابته بأى ضرر .

ومنذ قدوم الذئاب إلى جزيرة رويال ظهر توازن ، ليس فقط بين الذئاب وأيائل الإلك ، ولكن أيضا بين هذه الأيائل والكساء الخضرى الذى تعيش عليه . فالفضل يرجع للذئاب فى عدم تعرض أيائل الإلك لأى كارثة نتيجة تزايد تكاثرها ، ومايتبع ذلك من موتها بالجملة .

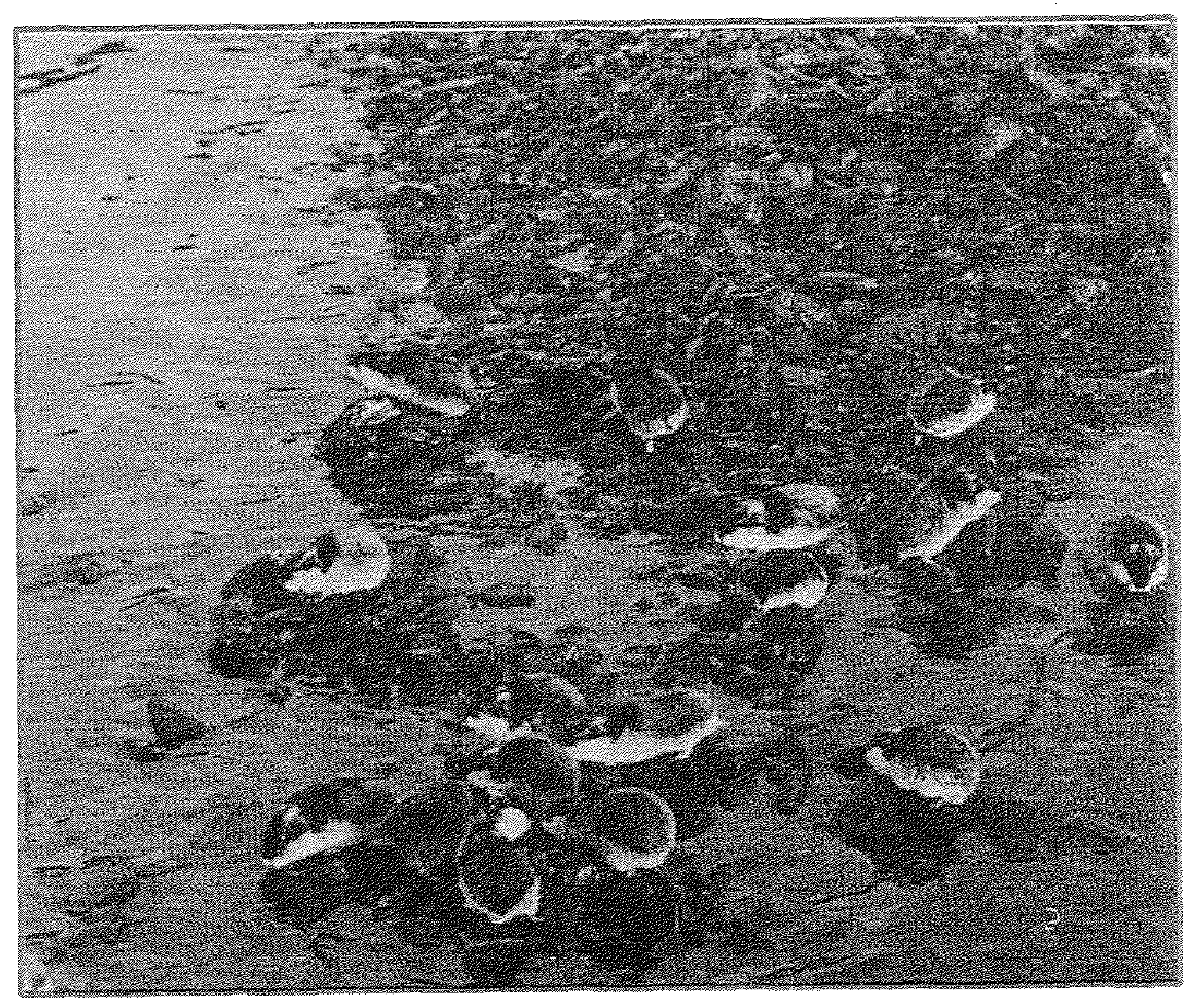


تعيش الذئاب فى جزيرة رويال غالبا على أيائل الإلك الضعيفة والمريضة ، أما الأفراد القوية من هذه الأيائل - ففى استطاعتها مجابهة الذئاب والتصدى لها إلى أن تتراجع وتتركها .

منحنيات ازدياد أعداد المجموعات السكانية

إذا لاحظنا ازدياد عدد المجموعة السكانية لنوع من الحيوان نرى نموذجين مميزين :

١ـ يتزايد عدد المجموعة السكانية كثيرًا في البداية ، وآجلا أو عاجلا يتناقص هذا العدد إلى أن يصل أخيرًا إلى نوع من التوازن ، وعند هذا التوازن (قدرة تحمل المنطقة) يكون حجم الزيادة السنوية عن طريق التكاثر مساويًا للنقصان السنوى نتيجة الوفيات . والمنحنى الذى يدل على مثل هذا المسلك لابد وأن يكون على شكل حرف S ، ولذلك يعرف بمنحنى الازدياد شكل حرف S ، وينطبق تماما على ازدياد طيور الدرّاج .



يعيش فأر الليمنج فى تنظيم بيئى ثابت نسبيًا ، ويتأرجح عدد أفراد مجموعته السكانية ، فأحيانا يكون كبيرا جدا ، وأحيانا يكون صغيرا للغاية . وفى بعض الأحيان يتجاوز ازدياد فئران الليمنج قدرة تحمل المنطقة التى تعيش فيها ، ويؤدى ذلك إلى هجرتها لهذه المنطقة ، ولكن غالبيتها تهلك أثناء هذه الهجرة .

٢ - يستمر ازدياد عدد المجموعة السكانية بلا حدود دون أى توقف ، وهذه الحالة يمكن التعبير عنها بمنحنى على شكل حرف J . ومن الواضح أن هذا الازدياد لا يستمر إلى الأبد ، فآجلا أو عاجلا سوف يظهر التأثير الفعال للعوامل المحددة له . وعندئذ سيقف الازدياد فجأة ،

ويعقب ذلك موت أفراد المجموعة السكانية بالجملة . ويُعبَّر عن الازدياد الأولى لعدد أفراد المجموعة السكانية لأيائل الإلك بمنحنى الازدياد شكل حرف J ، ثم يعقب هذا الازدياد موت أفراد المجموعة بالجملة .

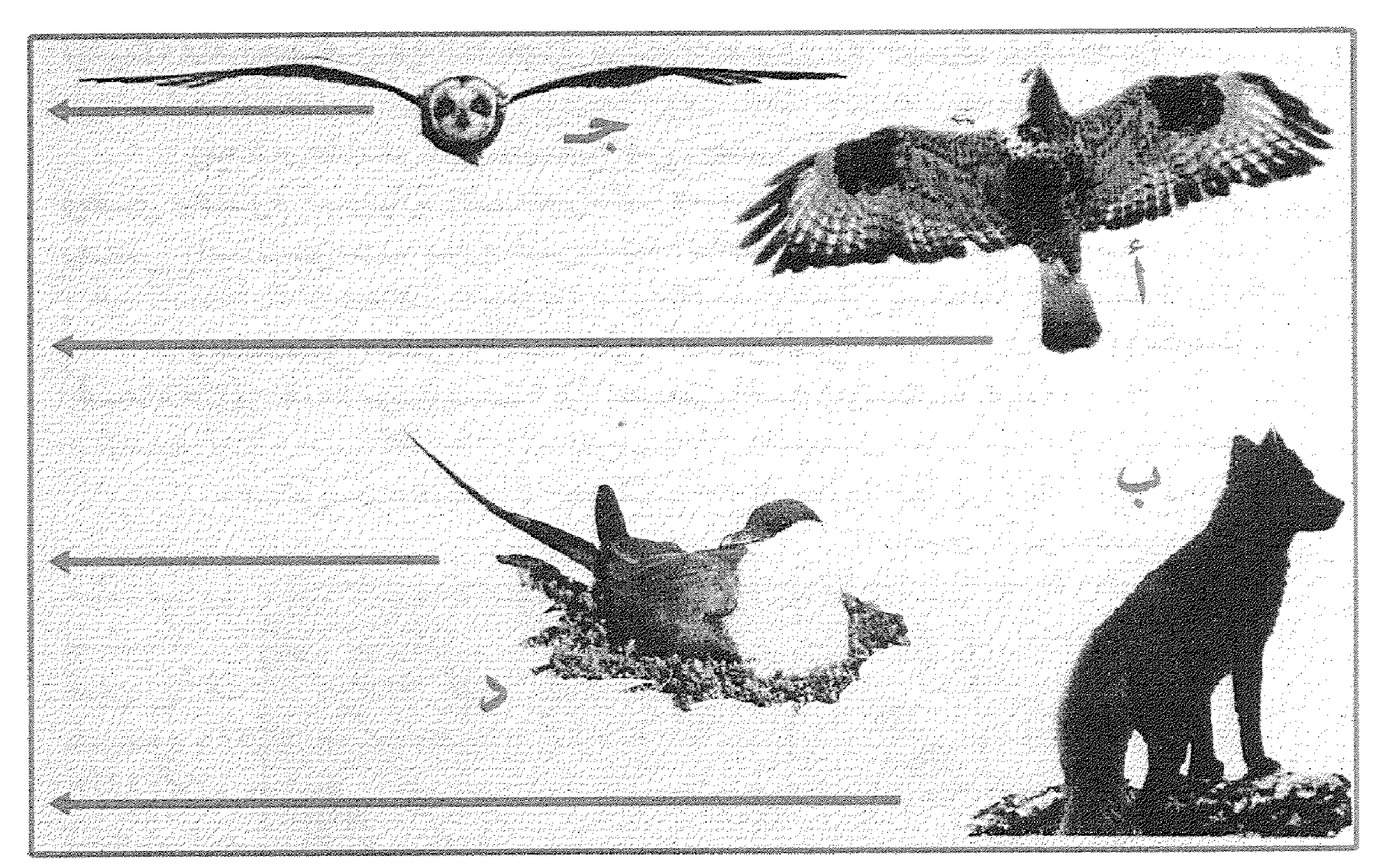
وتتغير أعداد كثير من المجموعات السكانية للحيوانات بين الكثير جدا ، والقليل للغاية . ولذلك يتبع ازدياد مثل هذه المجموعات منحنى الازدياد شكل حرف J . وعندما تموت الأفراد بالجملة ويتناقص عدد المجموعة السكانية كثيرا يبدأ ازدياد جديد فى عددها ، ويتبع أيضا منحنى الازدياد شكل حرف J .

وكثير من أنواع الحشرات فى البلاد الباردة تتبع فى ازديادها منحنى الازدياد شكل حرف J ، وذلك يستمر بسرعة كبيرة أثناء فصل الصيف . وفى فصل الخريف عندما يتوقف الإنتاج الأولى غالبا ، يظهر نقص فى الطعام ، ويتسبب البرد والجو الرطب فى موت هذه الحشرات بالجملة . وفى فصل الربيع التالى تتكاثر الأفراد التى تبقى على قيد الحياة فى فصل الشتاء ثانية تبعًا لمنحنى الازدياد شكل حرف J



وفى بعض المجموعات السكانية يستمر ازدياد الأفراد لعدة سنوات ، وغالبا يكون عدد السنوات الفاصلة بين الحدين الأقصى والأدنى لعدد الأفراد ثابتا. ونعرف مما سبق أن عدد المجموعة السكانية لفأر الغيط يتغير من أعداد كثيرة جدا إلى أعداد قليلة جدا كل ثلاث أو أربع سنوات

وفى كندا يتغير عدد المجموعة السكانية لحيوان الوشق من نهايته الكبرى إلى نهايته الصغرى كل عشر سنوات .

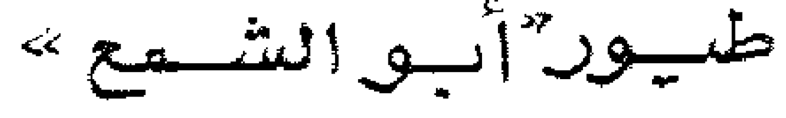


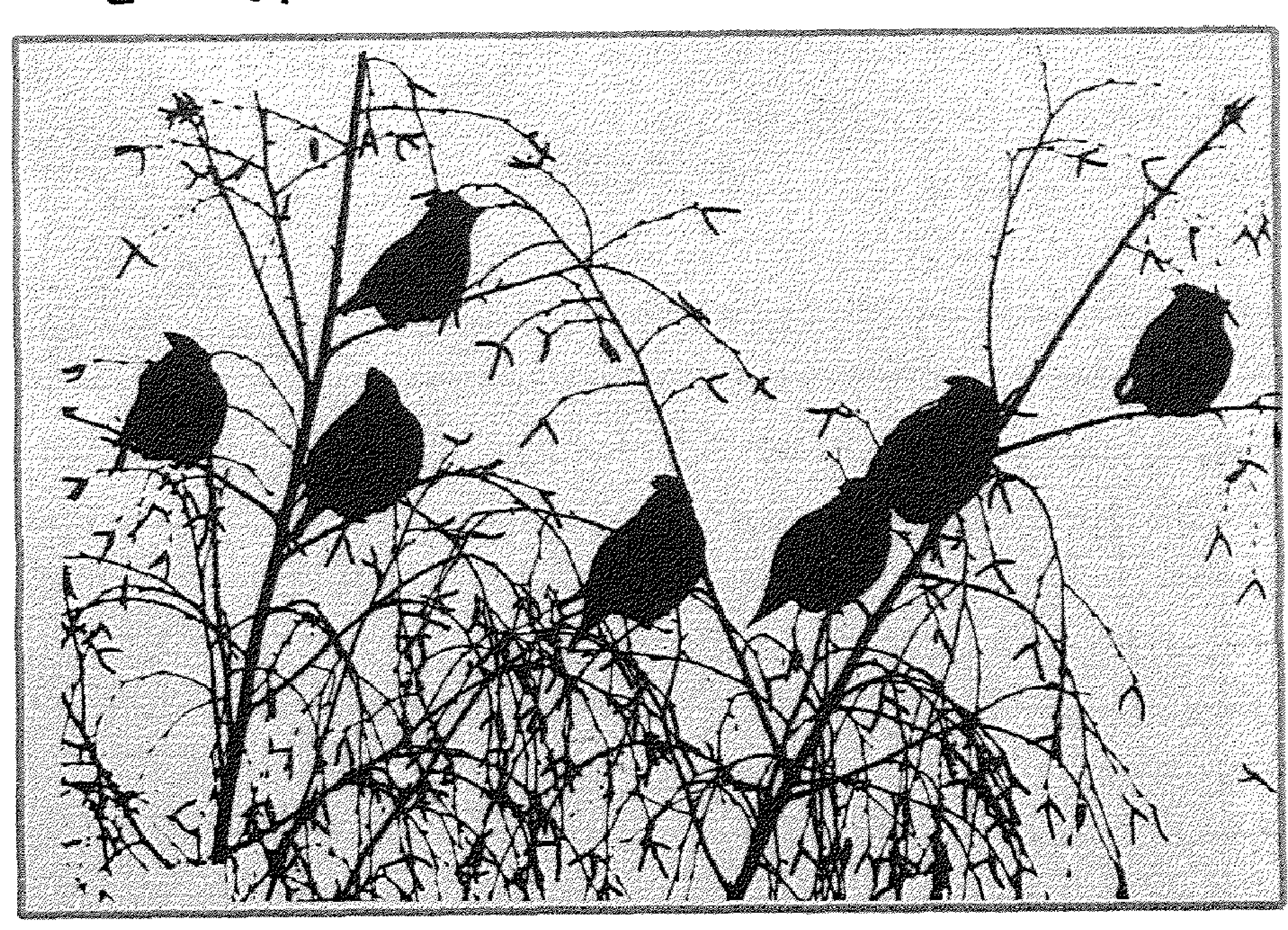
لفأر الليمنج أعداء كثيرون : أ - الصقر الحوام خشن الأرجل ، ب - ثعلب القطب الشمالى ، حـ - البومة قصيرة الأذنين ، د- الكركر طويل الذيل. وليس فى مقدور كل هذه الأعداء الحدّ من ازدياد المجموعة السكانية لفأر الليمنج ، ولكن على الحيوانات المفترسة أن تنظم ازديادها تبعًا لعدد هذه الفئران . وتكون النتيجة أن تُنتِج الحيوانات المفترسة صغارًا كثيرين عند ازدياد عدد فئران الليمنج ، وتُنقِص من هذا الإنتاج عندما يقل هذا الازدياد. ومن شعائر تودّد ذكر الكركر طويل الذيل لأنثاه أن يضع أمامها فأر ليمنج قام بقتله على الفور .

ويتبع ازدياد المجموعات السكانية لبعض الطيور التى تغزو بلدان شمال أوروبا منحنى الازدياد شكل حرف J إذا سمحت الظروف بإمكانيات غذائية كبيرة. وعندما تتزايد أعداد هذه الطيور لدرجة كبيرة يهاجر الكثير منها ناحية البلدان الجنوبية . وتتجه إلى الدنمرك مثلا فى فصلى الخريف والشتاء الألوف من هذه الطيور ، وأحيانا الملايين من نفس النوع ، ولكن غالبية هذه الطيور تموت أثناء هذه الهجرة نحو الجنوب ، ولايبقى منها إلا القليل الذى يعود إلى منطقته الأصلية فى الشمال. ويرجع ذلك إلى أن هذه الطيور الغازية ليست لديها غريزة الهجرة مثل الطيور الأخرى المهاجرة.

ويعتبر طائر أبوالشمع من أحسن الأمثلة للطيور الغازية، وهو يقوم بزيارة الدنمرك سنويًا ، ولكن عادة تمر بعض السنوات بين غزواته الحقيقية لهذا البلد.

وينطبق مثل ذلك على الشرشور الجبلى الذى تصل أعداده إلى ملايين فى بعض الدورات .





وفى الدنمرك تمت حديثا (١٩٦٨- ١٩٦٩) دراسة غزو الطائر كاسر الجوز الذى يظهر بقلة جدا فى فصل الشتاء ، وقد تمر عدة سنوات دون أن يشاهد أى غزو له . وفى خريف ١٩١١ ، ١٩٣٣، ١٩٥٤، ١٩٦٨، تم تسجيل غزوٍ السلالة غليظة المنقار من الطائر كاسر الجوز ، وكذلك تم تسجيل مثل هذا الغزو فى خريف ١٩٤٩، ١٩٦١، ١٩٦٨ لهذه السلالة أيضا . وفى عام ١٩٦٨ بالذات كان غزو الطائر كاسر الجوز مكثفا وكبيرا ، ومن ذلك يتضح أن غزو هذا الطائر يتزايد فى وجود سلالته الأخرى غليظة المنقار .

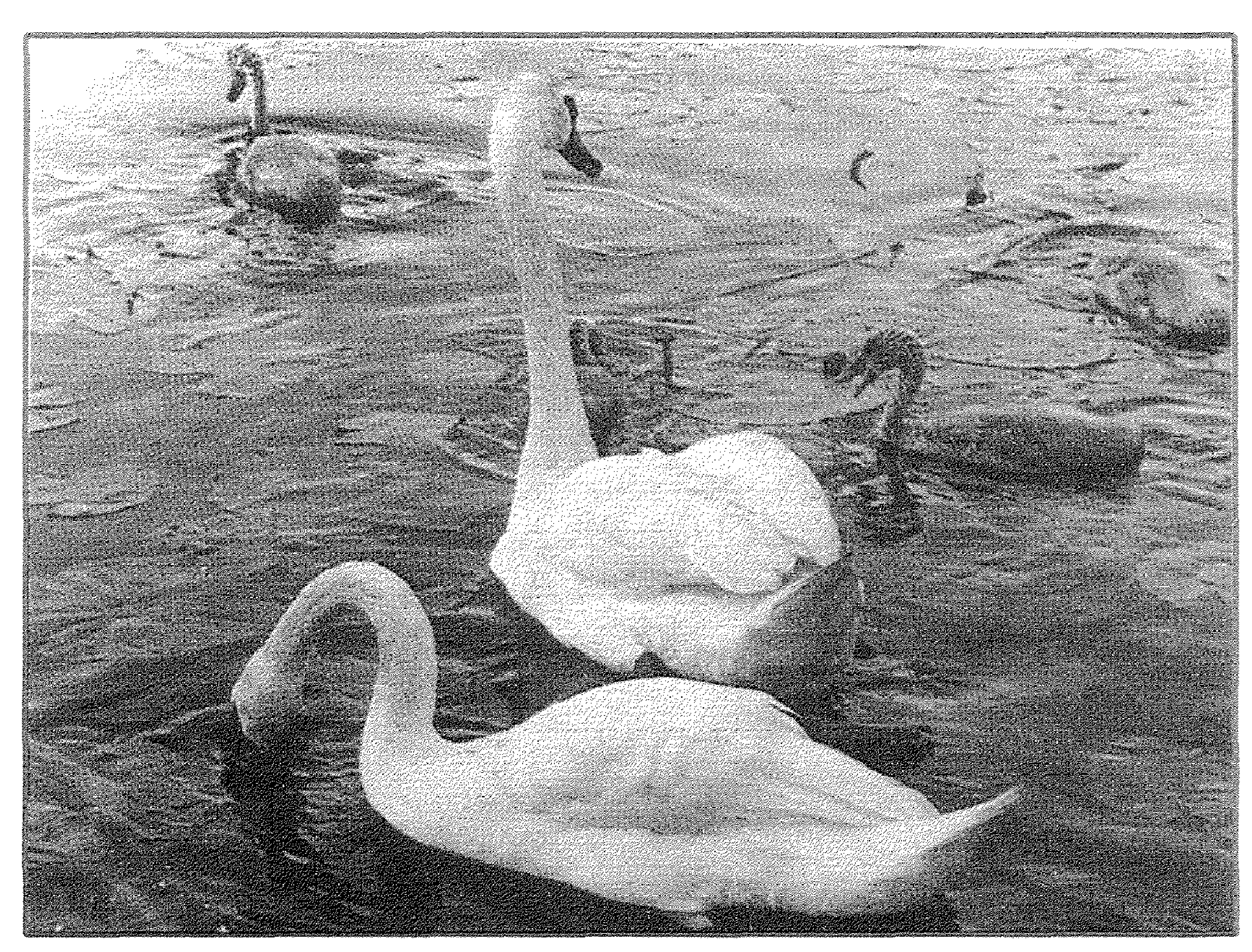
وعقب هذا الغزو الأخير للطائر كاسر الجوز للدنمرك لوحظ أن بعض هذه الطيور تعيش جيدا ، ولها المقدرة على التكاثر مرة أو اثنتين فى السنة .

هل نستطيع التنبؤ بمسار منحنيات ازدياد المجموعات السكانية ؟

فى الطبيعة ، من الصعب جدا وقد يكون مستحيلا التنبؤ بمسار منحنيات ازدياد المجموعات السكانية ، كما حدث فى حالة طائر الحوصل الأبكم فى الدنمرك .

أدى الصيد المتكرر لطائر الحوصل الأبكم إلى إبادته تقريبا كطائر تكاثر فى الدنمرك . ففى عام ١٩٢٥ كان عدد المجموعة السكانية لهذا الطائر حوالى ثلاثة أو أربعة أزواج ، وقد تم حمايتها و الحفاظ عليها عام ١٩٢٦ ، ومنذ ذلك الوقت ازداد عدد هذه الطيور كثيرا ، والأرقام التالية تدل على عدد أزواج هذه الطيور التى تم عدها فى السنوات المذكورة : سنة ١٩٢٥ : ٤ ، وسنة ١٩٣٥ : ٣٥ ، وسنة ١٩٤٥ - ١٩٥٠ : ٣٨٥ ، سنة ١٩٥٤ : ٧٥٨ ، سنة ١٩٦٦ : ٢٧٤٠ .-

من هذه الإحصائيات نرى بوضوح كيف تزايد عدد المجموعة السكانية لطائر الحوصل فى السنوات القريبة . ومن الصعب القول إن هذا الازدياد يتبع بداية منحنى الازدياد شكل حرف S أو J . وببساطة لا نستطيع قول ذلك لأن أناسا كثيرين يرغبون فى الحد من هذا الازدياد بصيدهم لهذه الطيور بحجة أنها تسبب أضرارا بالغة لأنواع كثيرة من البط . وإذا كان الأمر كذلك ، فالإنسان هو الذى سيؤثر مباشرة على مسار منحنى الازدياد لهذه المجموعة السكّانية من الطيور .



عائلة للحوصل الأبكم ، وفيها يقوم الذكر والأنثى بالرعاية الأبوية .

استغلال الإنسان للطبيعة أدى إلى خسائر لا تعوض

ينتمى الجنس البشري إلى الكائنات الحية المستهلكة، ويعتبر أكثر المستهلكين فعالية فى التنظيم البيئى. ففى الغابات نقوم بتقطيع الأشجار للحصول على الخشب ولب الورق، وذلك يجعلنا مستهلكين من الدرجة الأولى. وعندما نمسك بسمكة من البحر ونأكلها نكون مستهلكين من الدرجة الثانية أو الثالثة أو الرابعة وهكذا.

وعادة نعمل على ازدياد نموّ إحدى المجموعات السكانية بإزالة النباتات والحيوانات التى تُحد من هذا الازدياد، وذلك ينطبق أساسا على الزراعة، ولحدٍّ ما على تشجير الغابات. وقد عرفنا مما سبق أننا بذلك ننشئ تنظيمات بيئية بسيطة أكثر حساسية وتأثرًا من التنظيمات البيئية الطبيعية. ولذلك فمن المهم جدًا عدم تغيير أى تنظيم بيئى إلا إذا كان ذلك ضروريا جدا للإنسان.

وتوجد حالات كثيرة أسفرت عن خسائر فادحة لأنَّنا لم نستطع التنبؤ بالمشاكل التى ستنتج بعد مدة طويلة نتيجة تغيير التنظيم البيئى. وفى كل العالم أُخليت مساحات شاسعة من الكساء الخضرى الطبيعى لإصلاحها للزراعة، مما أعطى الفرصة للرياح لنثر التربة المفتتة وتجفيفها. وإذا كانت الأمطار التى تتبع مثل هذا الجفاف قوية لا يمكن للطبقة السطحية الجامدة للتربة امتصاص الماء، وتكون نتيجة ذلك كسح الطبقة العلوية الخصبة على شكل طمى. وفى المناطق الدافئة من سطح الأرض تُحوّل مثل هذه الأمطار الغزيرة المساحات الشاسعة الخصبة إلى صحراء، وقد تكوّن جزء كبير من الصحراء الكبرى بهذه الطريقة.

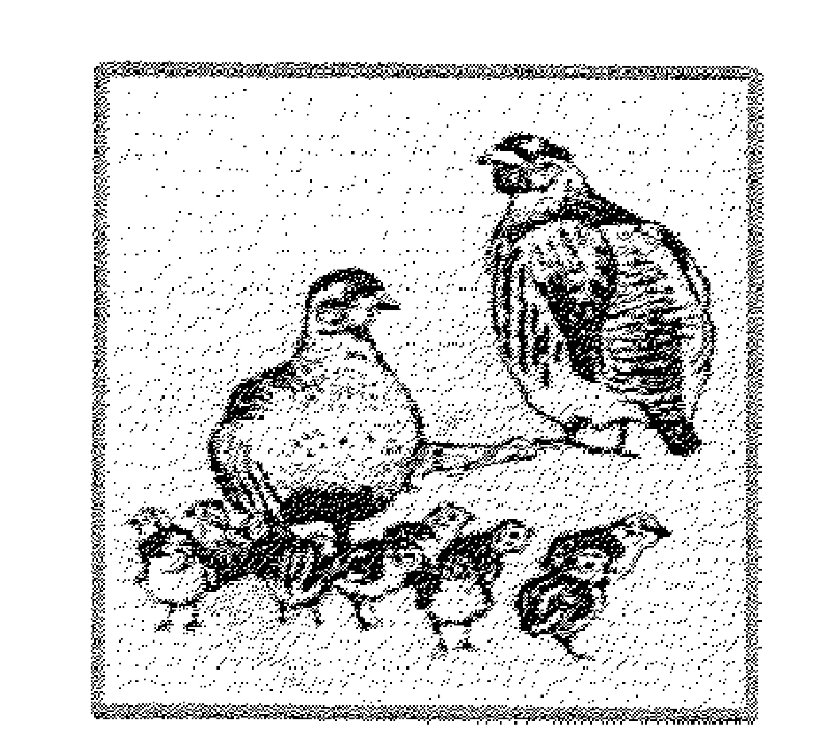
ونُعرف عملية كسح الطبقة السطحية للتربة بالرياح والأمطار بالتآكل الذى يؤدى إلى انجراف الطبقة الغنية التى تساعد النباتات على النمو.

ويرجع الانجراف فى الغالب إلى إزالة الإنسان لكثير من أشجار الغابات وغيرها من الكساء الخضرى الطبيعى. كذلك تساعد أساليب الرى الخاطئة، وإطلاق الماشية وتجولها أيضا على التآكل.

كيف نخفض عدد المجموعة السكانية لحيوان

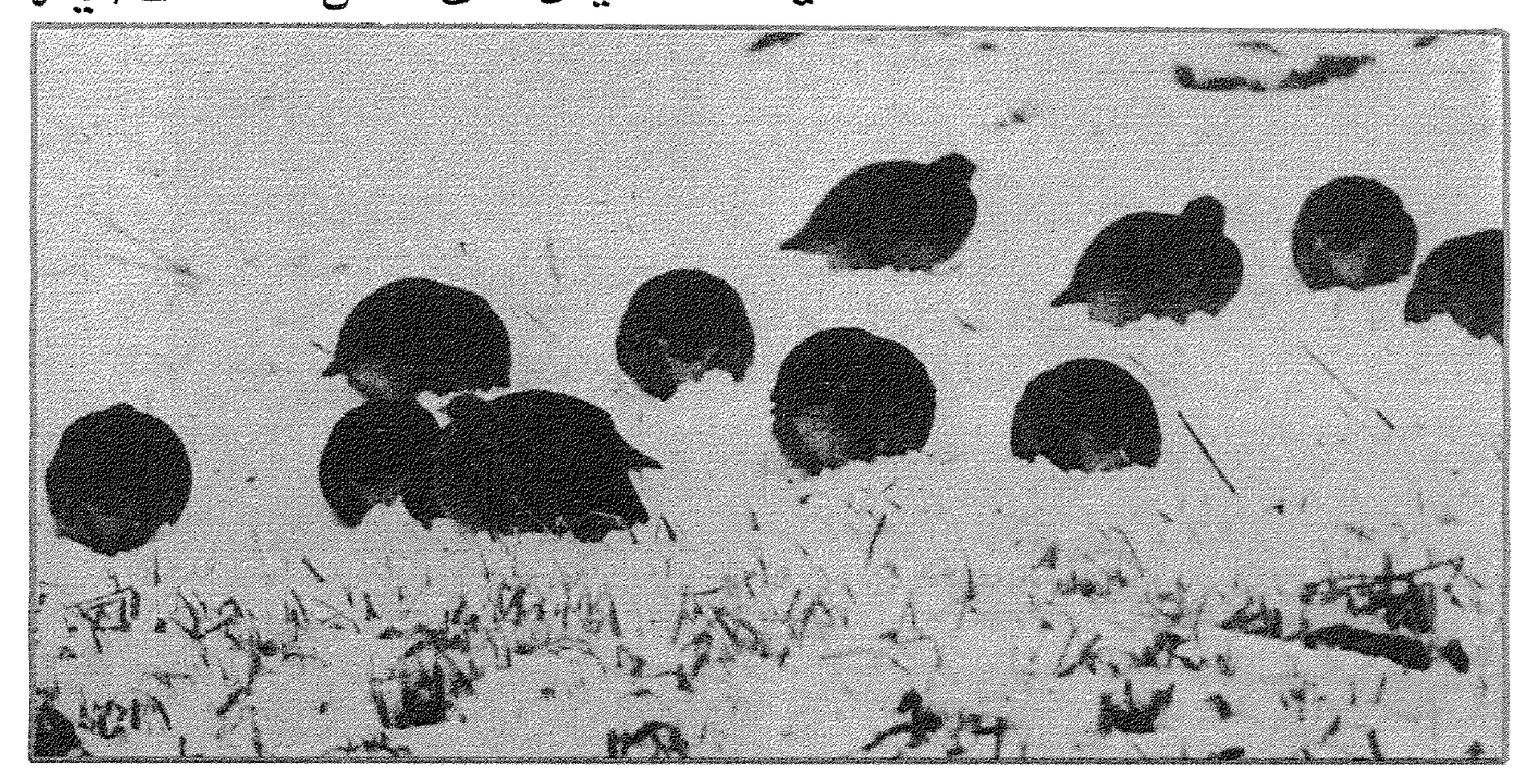
في القرون الماضية ، تعرضت المجموعات السكانية لأنواع كثيرة من الحيوانات لخسائر لا يمكن تعويضها بسبب صيدها بكثرة لاستغلالها . وقد أدى ذلك بالفعل إلى انقراض كثير من أنواع الحيوانات ، ومازال يهدد بانقراض أنواع أخرى لايمكن لها البقاء بغير حمايتها وتحريم صيدها للحفاظ عليها .

وتتقبل معظم الحيوانات تخفيض الإنسان لأعداد مجموعاتها السكانية إلى حد معين ، فهي تنتج دائما نسلا زائدا سيموت فيما بعد بسبب من الأسباب . وكما ذكرنا سابقا ، ينتج الزوج من طيور الحجل خمسة عشر عشر بيضة في السنة . وفي فصل الصيف تكون الخسائر في البيض والصغار عالية ، لدرجة لايبقى إلا ثمانية فقط من الصغار في فصل الخريف ، تكبر وتصبح بالغة .



سرب من الحجل على الجليد .

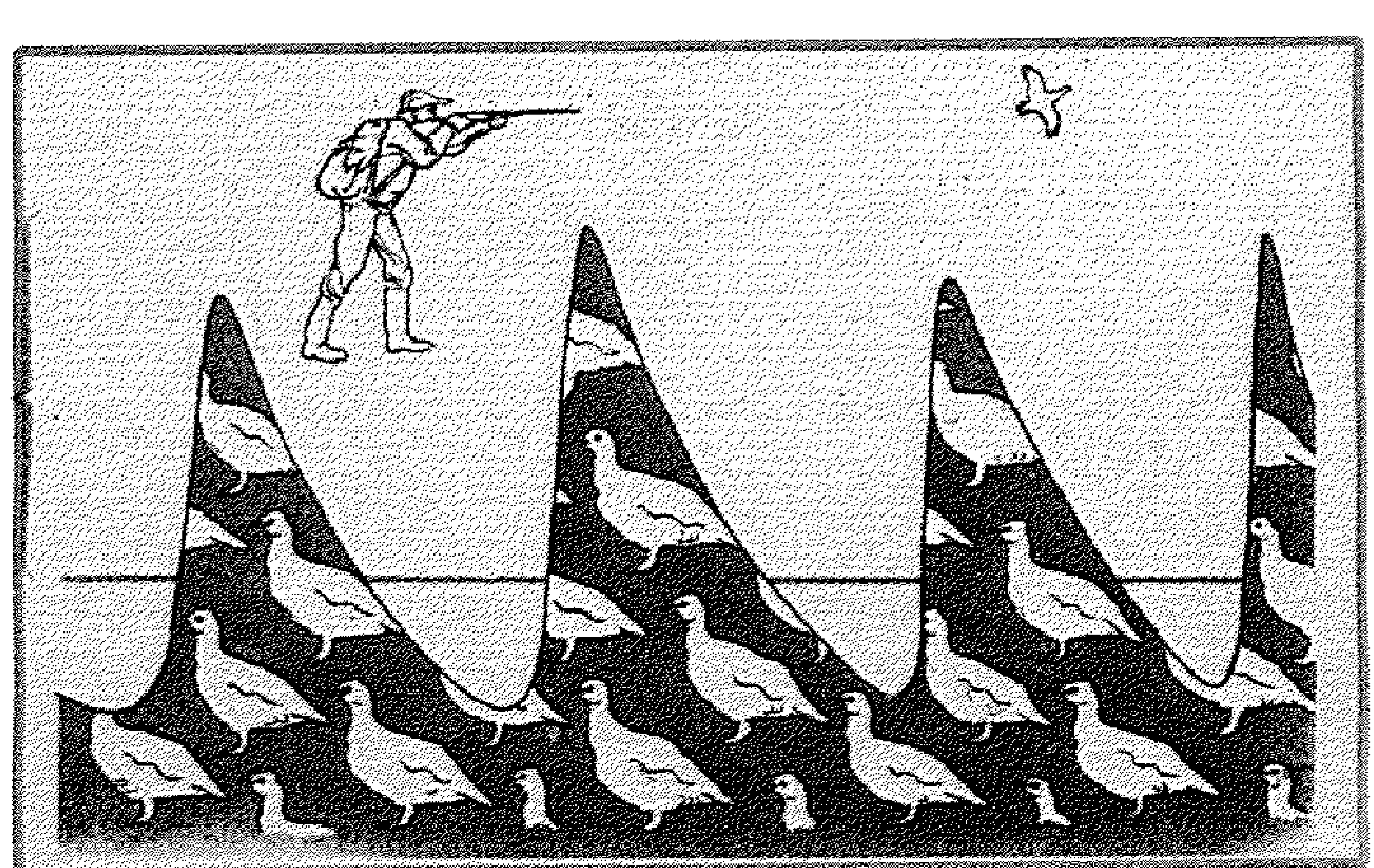
وقد أظهرت الدراسات أن ٨٠ ٪ من عدد المجموعة السكانية للحجَل في فصل الخريف تموت قبل موسم التزاوج التالي ، وذلك يجعل عدد هذه المجموعة في فصل الربيع هو نفسه في العام السابق . وتمثل جثث هذه الحيوانات مصدرا من مصادر التسميد الطبيعي للتربة حيث تتحلل لتعطي المكونات الأساسية لنمو النبات والغطاء الخضري . كما تمثل مصدرًا لغذاء كثير من الكائنات الحية التي تعيش على تحلل الكائنات الميتة .



وتبدو هذه الإحصائيات صحيحة بالنسبة لطيور الحَجَل ، بصرف النظر عما يقع منها في أيدى الصيادين ، فهؤلاء يقومون بصيد جزء من المجموعة السكانية في فصل الخريف لا يؤثر على عدد مجموعة فصل الشتاء . وبالطبع لا يتسبب الصيادون في قتل الـ ٨٠٪ من مجموعة فصل الخريف ، فتوجد أسباب أخرى كثيرة لموت طيور الحَجَل أثناء الشتاء . لذلك يصرح بصيد جزء كبير من طيور الحجل المتزايدة حتى يكون لما يتبقى منها فرصة أكبر للحياة .

ويمكن اعتبار المجموعة السكانية لأى نوع من الحيوانات كرصيد ، له كل سنة فوائد معينة تأتى له في صورة زيادة في نسله . ومن الممكن استغلال جزء من هذه الفوائد دون أن ينقص رأس المال (المجموعة السكانية) ولكن إذا أخذنا أكثر من الفوائد بالطبع يقل رأس المال ، وبالتالى تقل الفوائد أيضا .

ويقوم المهتمون بعلم الأحياء ، والمتخصصون في الغابات ، والحيوانات والنباتات البرية ، وصيد الأسماك بدراسة استغلال المجموعات السكانية ، وكيف نحصل منها على كل ما نحتاجه دون أن نصاب بأى ضرر ، ولكن للأسف ، لا يستمع الناس دائما لنصائح وتوجيهات هؤلاء العلماء والمتخصصين .

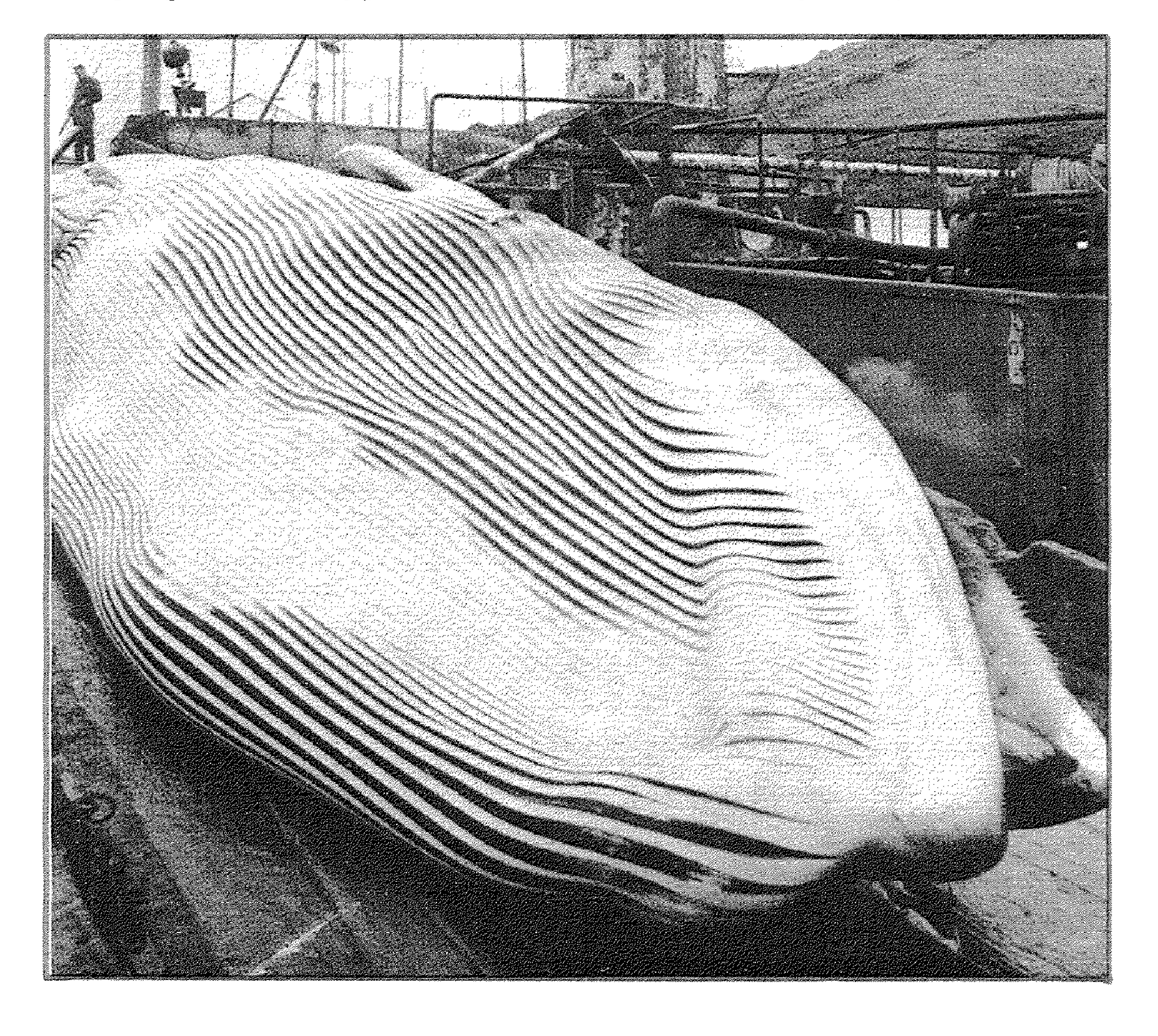


تغير أعداد المجموعة السكانية لطائر القطا ، ويتضح منها إمكانية صيد النسل الزائد ، دون إحداث ضرر للمجموعة .

كان يوجد فيما مضى مجموعات سكانية كبيرة للحيتان فى شمال وجنوب المحيط المتجمد الشمالى ، ولكن اليوم أصبح صيد هذه الحيتان من الأعمال غير المرغوب فيها ، وتكاد مراكب صيدها تختفى أيضا من المحيط المتجمد الجنوبى . ويرجع ذلك إلى أن المجموعة السكانية للحيتان قد خُفِّضت ونقصت لدرجة كبيرة جدا ، وأصبح المقتول منها يفوق المولود لها . وبعبارة أخرى امتد استغلال الإنسان إلى الرصيد نفسه ، مما دعا جمعية صيادى الحيتان الدولية إلى التفكير فى عمل اتفاقية لتحديد صيده ولكن لعدم استكمال إحصائيات المجموعات السكانية وازديادها لم يتم ذلك ، وما زال صيد الحيتان متزايدا ، وسيؤدى ذلك بالطبع إلى انقراض أنواع كثيرة منها .

ولحسن الحظ يستطيع الإنسان أن يتعلم كيف يستغل المجموعات السكانية للحيوانات بتعقل ، وذلك

تهدد كثرة صيد الحوت الأزرق بانقراضه



من إحدى هذه المجموعات ، مثل المجموعة السكانية لعجل البحر الذى يأتى إلى جزر بريبيلوف فى شمال المحيط الهادى ليتزاوج ويتناسل .

عند اكتشاف جزر بريبيلوف فى القرن السابع عشر كانت مسكونة بما لايقل عن خمسة ملايين من عجول البحر التى تشتهر بفرائها الثمين . وفى القرون التالية تزايد صيد عجول البحر بواسطة الصيادين الأمريكان والروس لدرجة كبيرة أصابت مجموعتها السكانية بأضرار جسيمة . ففى بداية القرن التاسع عشر بقى من عجول البحر حوالى ١٠٠,٠٠٠ فقط ، وهذا العدد كان مهددًا أيضا بالنقصان ، لولا صدور اتفاقية لتنظيم صيد هذا الحيوان .

ولم يمض طويلًا حتى ظهرت نتيجة الاتفاقية الخاصة بتنظيم صيد عجل البحر فى جزر بريبيلوف ، فسرعان ما ازداد عدد مجموعته السكانية التى تقدر بالملايين فى كل صيف . وذلك يعنى بالطبع الصيد الوفير من عجول البحر للصيادين ، ولكن دون نقص عدد المجموعة إلى حد كبير .

وبهذه المناسبة نود أن نقرر أن تنظيم صيد الحيوانات بناء على تعليمات العلماء المتخصصين فى الحياة البرية يفيد كثيرًا أنواع الحيوانات نفسها . ففى بعض المناطق يوصى هؤلاء المتخصصون بصيد نسبة من عدد نوع من الحيوانات لغياب الأعداء الطبيعيين لهذا النوع ، مثل الحيوانات آكلة اللحوم . وهكذا يقوم الصيادون بدور الحيوانات المفترسة ، وبذلك لايتعدى عدد المجموعة السكانية لهذا النوع من الحيوان قدرة تحمل المنطقة التى يعيش فيها . كذلك بتنظيم صيد الحيوانات نتفادى الموت البطىء لجزء كبير من زيادة نسلها بسبب قلة الطعام والتعرض للجوع .كما يؤدى عدم التخلص السليم لأجزاء الحيوان الغير مستخدمة بواسطة الإنسان إلى تلوث واضح فى مناطق تراكمها ، ولذلك لابد أن يتم استخدام هذه الأجزاء فى صناعة العلف الحيوانى أو دفنها بطريقة صحية حتى لايؤدى تراكم دفنها إلى تلوث المياه الجوفية .

المجموعة السكانية للبشر

لنلق الآن نظرة على منحنى الازدياد لعدد المجموعة السكانية للبشر ، وهو موضوع الدراسة والمناقشة منذ عشرات السنين . ومنذ عدة مئات من السنين كان عدد البشر يتزايد بمعدل معتدل ، أما ازدياده الآن فأخذ شكل الانفجار . وإذا استمر ازدياد البشر بنفس معدل تزايده حاليا ، فسوف يتضاعف عدده بعد ثلاثين سنة فقط .

منحنى- J

منحنى- S

وإذا رسمنا منحنى الازدياد لعدد البشر نجده يشبه منحنى الازدياد شكل حرف J إلى حد كبير ومخيف . وتختلف الآراء عما سوف يحدث لهذا العدد المتزايد من البشر على كوكب الأرض . ويعتقد المتفائلون أن تقدم العلم المستمر سيضع أساسا لمجموعة سكانية من البشر يفوق عددها عدد المجموعة التى تعيش اليوم . كذلك يعتقد هؤلاء المتفائلون أيضا أن نهاية قدرة تحمل الكرة الأرضية لم يصل بعد ، ولذلك فمن المعتقد أن منحنى ازدياد عدد المجموعة السكانية للبشر يمثل بداية منحنى الازدياد شكل حرف S . أما المتشائمون فيقولون بأن ازدياد البشر قد تجاوز بالفعل حد إمكانيات الحياة على سطح الأرض منذ مدة طويلة .

وبصرف النظر عن شكل منحنى ازدياد البشر ، فإن هذا الازدياد لا يمكن أن يستمر إلى الأبد ، إذ يجب أن نضع فى اعتبارنا على الأقل المكان المتاح . فمن الناحية النظرية يمكن لسكان العالم من البشر الوقوف على إحدى الجزر الصغيرة للدنمرك ، ولكن على المدى البعيد ستظهر مشكلة المكان ، إذ لو استمر البشر على هذا المعدل من الازدياد لمدة ١٠٠٠ سنة مثلا ، سوف لا يستطيع إنسان أن يتجوّل فى أكثر من متر مربع واحد فقط .

والآن لا تظهر مشكلة الغذاء كأكبر المشاكل ، بالرغم من أن غالبية سكان العالم يقاسون الجوع لأن المواد الغذائية غير موزعة بينهم بالتساوى لظروف سياسية ، رغم كفاية الإنتاج الغذائى جميعه وتوفره .

ومن المتوقع أيضا أن ازدياد استهلاك الطاقة ومصادرها سوف يؤدى إلى مشكلة كبيرة ، فمنذ عشرات السنين الأخيرة تزايد استهلاك الطاقة ومصادرها بشكل كبير جدا ، يفوق ازدياد عدد البشر . وهذا الاستهلاك المتزايد للطاقة تنتج عنه أيضا

مشاكل كثيرة تتعلق بتلوث البيئة على كافة مجالاتها متمثلة في ازدياد معدلات تلوث الهواء والماء والتربة. وسوف تتزايد هذه المشاكل أكثر عندما يجيء الوقت الذي لن يسمح فيه لأى تلوث للبيئة بأى حال من الأحوال.



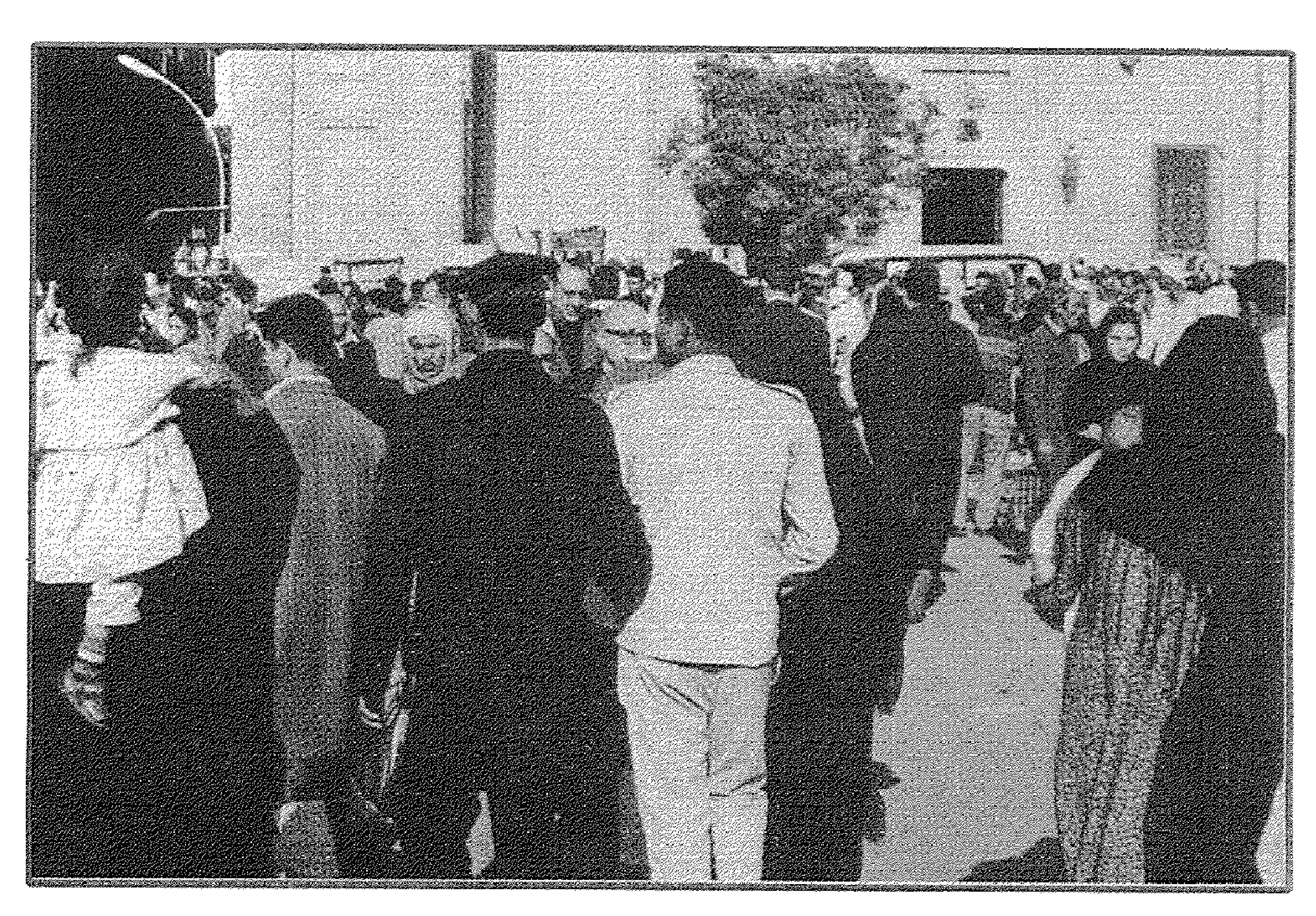
هل يتبع ازدياد البشر منحنى الازدياد شكل حرف J أو S ؟

وعلى العموم ، فاستهلاك الإنسان السنوى للطاقة لايزيد على الإنتاج الأولى السنوى للنباتات ، بالإضافة إلى جزء الطاقة الشمسية الذى يمكن استخدامه مباشرةً . وإلى الآن لايزال استخدام الطاقة الشمسية مباشرة صغيرًا جدا إلى حد كبير . ولإنتاج الطاقة الآن نستخدم كثيرا من رواسب الإنتاج الأولى منذ ملايين السنين . وسوف يُظهر المستقبل إذا كان من الممكن استبدال استخدام هذه الطاقة المخزونة بالاستخدام المباشر للطاقة الشمسية .

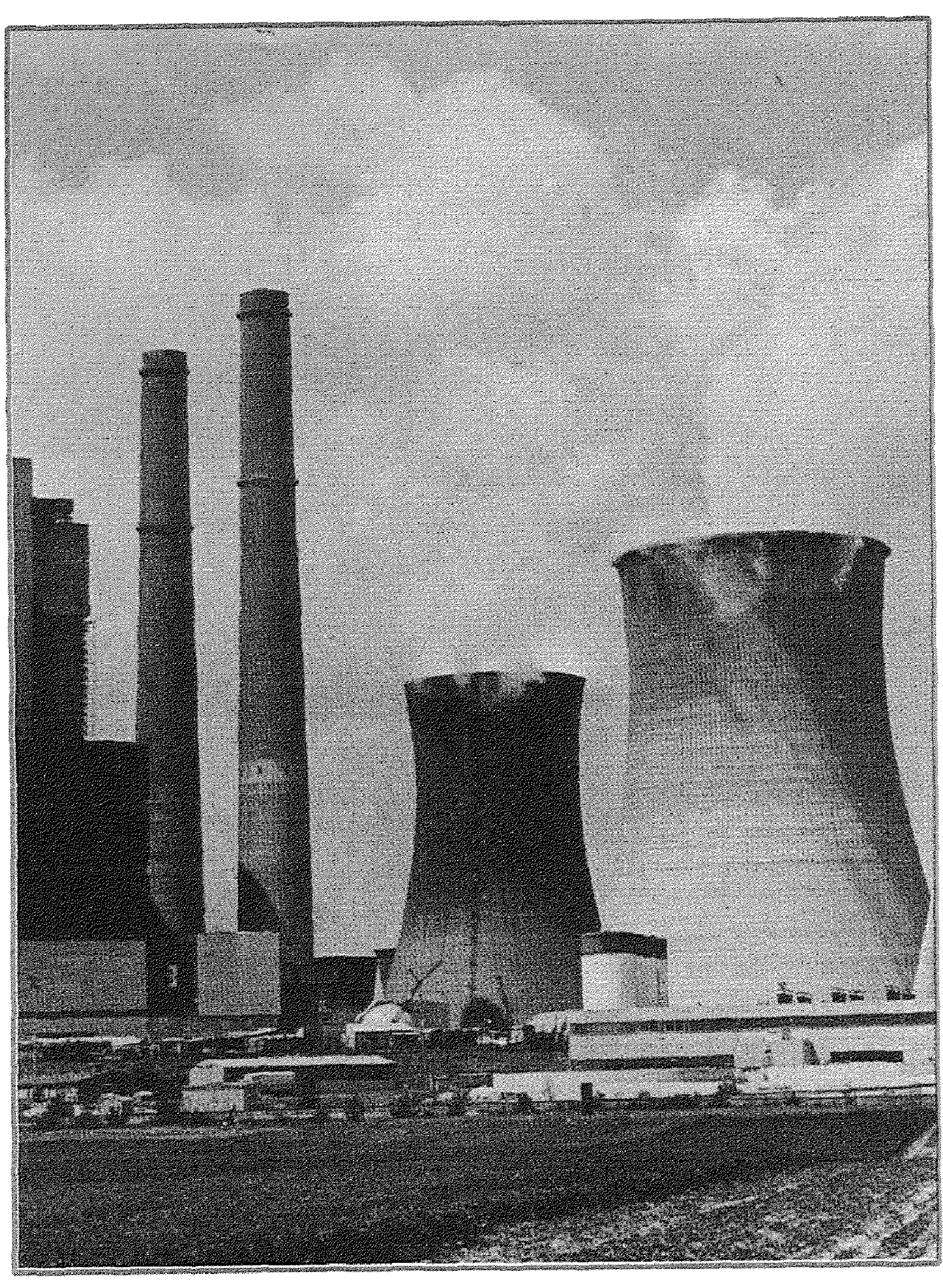
وخلاصة القول ، أن الإنسان فى جميع الأحوال معرض أيضا لنفس القوانين الحيوية مثل بقية الكائنات الحية الأخرى .

وبالرغم من سمو الإنسان عن بقية الكائنات لمايتصف به من ذكاء ، لايمكن له أن ينكر قوانين الطبيعة ، أو يغيرها .

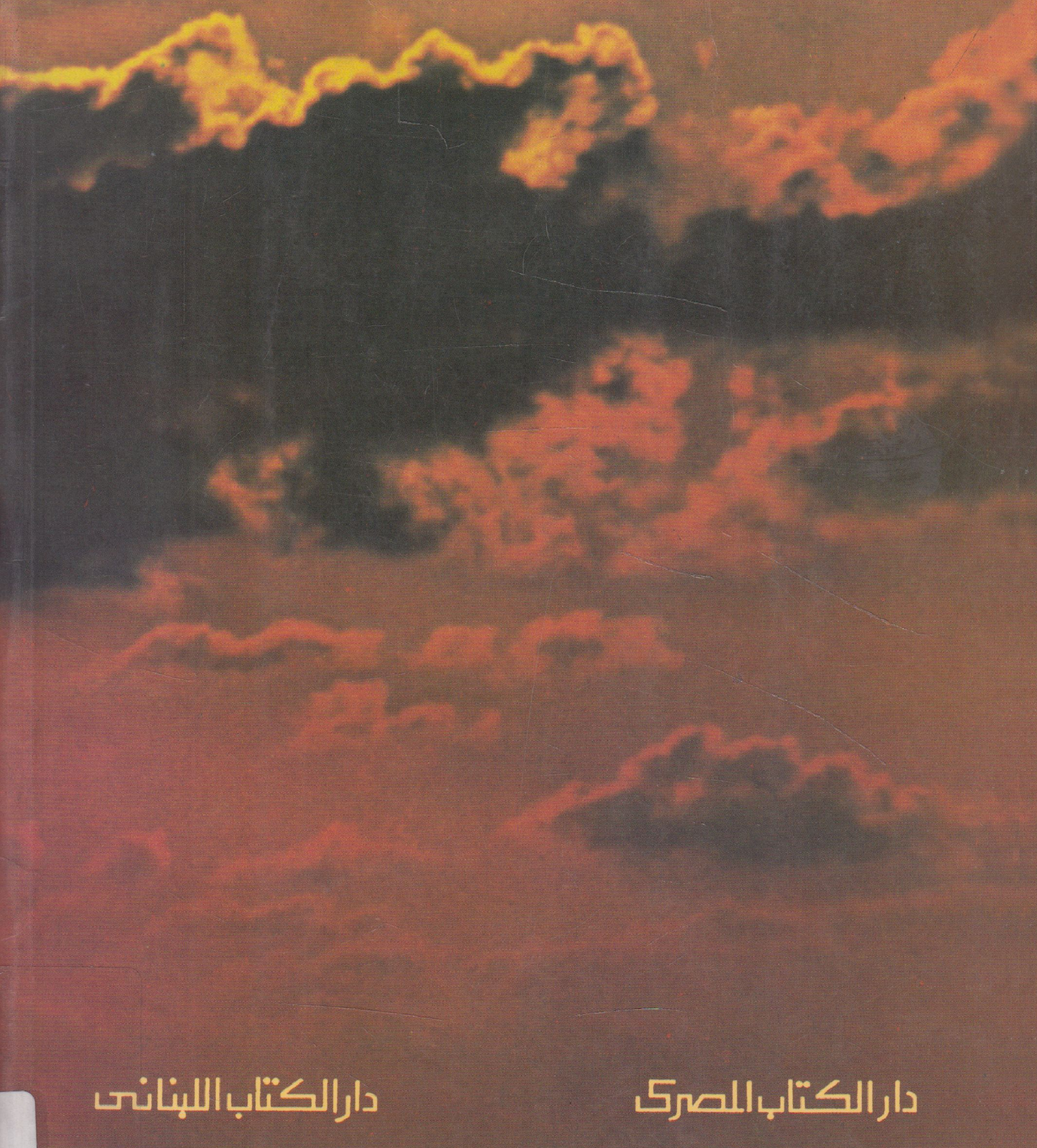
فالإنسان جزء من التنظيم البيئى المعروف بالكرة الأرضية ، وإن آجلا أو عاجلا ستكون للعوامل المحدِّدة لازدياد الجنس البشرى فعاليتها ، وعلى المستقبل وحده أن يُظهر متى سيحدث ذلك ، وأى العوامل سيكون أكثر تأثيرا .



الزحام .. من علامات تجاوز حد إمكانيات الحياة



يحاول الإنسان تعويض ازدياد استهلاكه للطاقة بالبحث عن مصدر آخر لها ، والآن تُبنى مؤسسات توليد الطاقة الذرية فى أماكن كثيرة من العالم



دار الكتاب المصرى

القاهرة

دار الكتاب اللبنانى

بيروت